


٢١٤

# الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية




تأليف : د. محمّد بهيّ الدّين عرجون

ة شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

عالم المعرفة

٢١٤

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

# الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية

تأليف: د. محمد بهي الدين عرجون

جمادى الأولى ١٤١٧ هـ - أكتوبر / تشرين أول ١٩٩٦ م

المراسلات:
توجه باسم السيد الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
فاكس: ٢٤٣١٢٢٩ ، ص. ب: ٢٣٩٩٦ - الصفاة - الكويت 13100

# الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية

# المحتويات

رقم
الصفحة

# المحتويات

رقم
الصفحة

# المحتويات

رقم
الصفحة

# المحتويات

رقم الصفحة

# تقديم

الحمد لله الذي جعل العلم طريقا لمعرفته، وموصلا لخشيته سبحانه، وكرّم العلماء في كتابه الكريم إذ يقول: ﴿إنما يخشى الله من عباده العلماء﴾

صدق الله العظيم [فاطر: ٣٨)

وبعد..

فإذا كان هناك وصف يصدق على عصرنا هذا أكثر من أي وصف آخر فلعله وصف «عصر الفضاء». إذ إنه رغم كل التقدم المذهل في كل المجالات الأخرى، فإن الصورة الباقية في أذهان البشر ممن عاصروا أحداث النصف الثاني من القرن العشرين هي صورة إنسان من كوكب الأرض يخطو على سطح القمر.

وفي أكتوبر من عام ١٩٩٧ يكون قد مضى على إطلاق القمر الصناعي الروسي سبوتنيك ــ ١ أربعون عاما كاملة. ورغم أنه من الصعب دائما تحديد التوقيت الدقيق لما يمكن اعتباره نقطة البدء لفترة معينة من التطور الحضاري للإنسان، إذ إن كل تطور حضاري يمتد بجذوره إلى تطور آخر سابق له، فإن تاريخ إطلاق القمر سبوتنيك يصلح أكثر من أي تاريخ آخر لتحديد بداية ما نسميه الآن عصر الفضاء.

ففي هذا التاريخ تحولت أحلام الإنسان القديمة في الوصول إلى القمر والكواكب واستكشاف الكون، والتي انعكست في التراث الشعبي والقصص ومسلسلات الخيال العلمي، من خيال وأحلام ومشروعات إلى واقع علمي معيش وتقنية مثمرة يمكن لمس نتائجها والكلام عن فوائدها وتكلفتها.

ولم تكن تكلفة تحقيق هذا الحلم ضئيلة أو قليلة، بل لعل مبادرة الصعود إلى الفضاء هي أكبر المغامرات العلمية تكلفة وأكثرها طموحا. وقد بلغت

تكلفة برنـامج أبوللو للهبوط على القمـر وحده عشرين بليونـا من الدولارات، وكان هذا برنامجا واحدا من برامج الفضاء.

والآن وبعد أربعين عاما من بدايـة عصر الفضاء نستطيع أن نقول إن ارتياد الإنسان للفضاء خـرج من مرحلة البحث العلمي إلى مـرحلة التطبيق الفعلي، ومن سرية المعـامل إلى علنية التصنيع والتطبيقـات التجارية، ومن كـونه مجالا ينتمـي بـأغلبيتـه إلى المجـالات العسكريـة والإستراتيجيـة إلى مجال تحتـل فيـه التطبيقات المدنية التي تتصل برفاهية الإنسان النصيب الأكبر.

وعندما يحدث هذا يحق للقارئ العادي -لإنسان القرن العشرين المهتم بما حوله- أن يسأل: ماذا قدمت لنا هـذه المغامرة الهائلة التي خصصت لها موارد طائلة من موارد هذا الكوكب؟ ويطلب أن يقيّم نتائج هذه التجربة التي تحمّل هو -مواطن كوكب الأرض- تكلفتها وتبعاتها وله أن يجني ثمارها.

وفي الغرب لن يجد هذا القارئ صعوبة في إيجاد المعلومات التي تروي ظمأه للمعرفة في هذا المجال وغيره، بقدر رغبته وقدرته على الدخول إلى تفاصيل هذه المعرفـة. أما في العالم العـربي فلم تجر العادة على أن نتـوقع أن تكون مثـل هذه المعلومات متاحة بشكل يحترم حـق القارئ في أن يعرف ويحترم أيضا قدرته على أن يعرف.

وكاتب هذا الكتـاب، باعتباره قد اختار أن يتخصص في هـذا المجال منذ بداية عصر الفضـاء تقريبا، وقضى فيه نحـوا من ثلاثين عاما، يشعـر بأن من واجـب المشتغلين بالعلـم في وطننا العـربي أن يقـدموا «كشـف حساب» عـن مجالاتهم وإنجازاتها على فترات زمنية كافية يشرحون فيها مايجري وأهميته للعالم، ولعالمنا نحن على الأخص، وهو يحلم بأنه إذا تحقق هذا بشكل كاف في مجالات عديدة، فإن الإنسان العربي العـادي -غير المتخصص- يستطيع أن يعرف ما فيه الكفـاية ليحكم حكما مستـوعبا مستنيرا، وقـد يستطيع عندئذ أن يـؤثر في مجرى الأحداث.

بهذا المفهوم إذن كتب هذا الكتاب، وهو من هنا موجه إلى المثقف العربي والقارئ العادي وإلى الشباب العربي الذي نريد له أن يحيط بتطورات العصر وموقع أمته منها، والذي نعقد عليه الأمل في أن يعيد لأمته مجدها العريق متى صدقت عزائمه واستعان على طريقه بالإيمان والعلم.

وليس المقصود من هذا الكتاب أن يكون «كتالوجا» لأنشطة الفضاء المختلفة، إلا أنه مطلوب منه أن يعطي القارئ فكرة، وإن لم تكن «كاملة» فإنها على الأقل «متكاملة»، عن برامج الفضاء في مراحل تطورها المختلفة وفي صورتها الراهنة. والأهم من ذلك أن يضع هذه البرامج في سياقها التاريخي والإستراتيجي الذي من دونه قد يبدو بعض منها وكأنه مجرد مغامرات مكلفة.

من ناحية أخرى ليس المقصود من الكتاب أيضا أن يكون كتابا فنيا عن تفاصيل مركبات وبرامج الفضاء، ولكن المطلوب منه أن يكون فنيا بالقدر الذي يسمح للقارئ بتقدير الإنجازات التي تمت في هذا المجال وما تتطلبه من حشد علمي وتقني على المستويات القومية وأحيانا العالمية.

وأخيرا فالمطلوب من هذا الكتاب أن يثير اهتمام القارئ ويجذب انتباهه، وخاصة أولئك الذين نرجو منهم أن يتخصصوا في المجالات العلمية المختلفة ويجددوا فيها عطاء أمتنا العظيم، وهو أمر ممكن وقريب لو صحت العزائم.

والكتاب مقسم إلى سبعة عشر بابا في أربعة أقسام موضوعية. تتناول الأبواب الخمسة الأولى، والتي يمكن اعتبارها القسم الأول من الكتاب، تاريخ خروج الإنسان للفضاء والبرامج الفضائية الرئيسية التي حققت هذا الاقتحام والتي نفذت في الستينيات والسبعينيات من هذا القرن.

وتتناول الأبواب من السادس إلى التاسع -وتكون معا القسم الثاني- البرامج الفضائية للدول المعروفة بدول نادي الفضاء وعرضا لقدرات هذه الدول، وهي الدول التي نجحت في إطلاق أقمار صناعية بقدراتها الذاتية

وتضم إلى جانب روسيا والولايات المتحدة فرنسا وبريطانيا والصين واليابان والهند وإسرائيل.

أما الأبواب من العاشر حتى الرابع عشر، وتكوّن القسم الثالث من الكتاب، فتتناول الاستخدامات السلمية للفضاء وعرضا لتاريخها وشرحا للتقنيات المستخدمة فيها، وأهمها الأرصاد الجوية والملاحة والمسح الفضائي والاتصالات والبث التليفزيوني والإغاثة والإنقاذ.

وتتناول الأبواب الثلاثة الأخيرة موضوعات متفرقة تتعلق بالفضاء وهي مشكلة الحطام الفضائي في المدار، والجوانب القانونية والتشريعية للفضاء، وأخيرا موقف العرب من عصر الفضاء وإمكانات قيام مشروع فضائي عربي.

ولا يسعني، والكتاب يجد طريقه -بإذن الله- إلى الناشر، إلا أن أشكر القائمين على سلسلة عالم المعرفة التي تقوم بدور جليل في تقديم المعرفة الجادة للقارئ العربي، وأن أشكر والدتي وإخوتي الذين كان لتشجيعهم الفضل في إقدامي على هذا العمل، وأخص بالذكر شقيقي المهندس عمرو عرجون الذي قام بمراجعة فصول الكتاب، وناقشني في كثير من تفصيلاته.

وفي النهاية أهدي هذا الكتاب إلى روح والدي العالم الجليل الشيخ صادق عرجون الذي علمني -وأجيالا معي- حب العلم. أدعو الله له بالرحمة الواسعة، وأسأل الله تعالى أن يقبل هذا العمل وأن يجعله من العلم الذي يُنتفع به.

﴿إليه يصعد الكلم الطيب والعمل الصالح يرفعه﴾

صدق الله العظيم (فاطر: ١٠).

وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه، والحمد لله رب العالمين.

# الباب الأول

# مقدمات

# الفصل الأول

# الفضاء ذلك المجهول

بسم الله الرحمن الرحيم ﴿الذي خلق سبع سماوات طباقا، ما ترى في خلق الرحمن من تفاوت، فارجع البصر هل ترى من فطور﴾ صدق الله العظيم

(الملك ـ ٣)

الفضاء. . . ذلك الساحر الغامض. . الممتد أبدا وإلى ما لا نهاية، ذلك السر الذي خلب لب الإنسان منذ خطا أولى خطواته على ظهر كوكب الأرض. يقول كارل ساجان[١]:

«إن أبعاد الكون هي من الاتساع بحيث لا تجدي معها وحدات قياس المسافة العادية. . . ولو افترضنا أننا وقفنا عند نقطة عليا تسمح لنا بأوسع أفق للرؤية بين المجرات، فسوف نرى أجزاء متناثرة من الضوء تبدو كالزبد فوق أمواج الفضاء، وبأعداد لا تحصى، وتلك هي المجرات التي يجول بعضها وحيدا أو معزولا بينما يشكل أغلبها عناقيد مجمعة، تتحرك مندفعة معا إلى ما لا نهاية عبر الظلام الكوني الكبير. .»[٢].

كان حلم استكشاف الفضاء يراود الإنسان منذ انتهى من تأمين احتياجاته الضرورية وبدأ يتأمل الكون من حوله، وظهر هذا الشغف بالفضاء في أدبيات كل الشعوب تقريبا، وكانت مسلسلات باك روجرز Buck Rogers وفلاش جوردن Flash Gordon[٣] وقودا لخيال الصبية في الخمسينيات والستينيات.

. وكما يحدث دائما كان الخيـال سابقا للواقـع، فقد اقترب الإنسان أكثـر من الفضاء عن طريق كتابات الكاتب الفرنسي جول فيرن (١٨٢٨ ـ ١٩٠٥)(٤) رائد الخيال العلمـي الذي كتب في عام ١٨٦٥ قصتـه الشهيرة «من الأرض إلى القمر»، والتي انطلق فيها رواد من الأرض داخل كبسولة فضائية ليدوروا حول القمر. وفي هذه القصـة لم تطلق الكبسولة الفضائية مـن صاروخ عملاق و إنما كان الإطلاق من مدفع كبير ليتغلب على الجاذبية الأرضية.

وكان أهم ما يميز كتابات فيرن اهتمامه بـالدقة في الحسابات التي قدمها في كتابـه للسرعات والأزمنة والأوزان ممـا أعطى لكتابتـه مصداقية تتعـدى حدود الاستمتاع العـابر بقصـة خيالية، وكـان يطلب من صهـره الذي كـان أستاذا للفلك أن يجري له تلك الحسابات(٥) التي عكست المعلومات العلمية الدقيقة في عصرها في قـالب من الخيـال العلمي. وبـرزت في كتابات جـول فيرن عدة تصميمات تـدل على بعد نظـر مـدهش، ويكفـي أن مـلامـح من تصميماتـه الخيـالية يمكـن تعرُّفهـا في مركبـات الفضاء التـي صنعت في العصر الحديـث للفضاء وحملـت ركابـا إلى المدار. فمثلا تحدث عـن صواريـخ مثبتة في المركبـة لقيادتها بعد وصولها إلى الفضاء وهو ما اتبـع في سفن الفضاء التي أرسلت بعد ذلك بأكثر من قرن كامل.

وفي عالمنا العـربي في الخمسينيات -في طفولة كـاتب هذه السطور- كـانت هناك مجلة سندباد(٦)، وكانت هناك شخصية زوزو. وكان زوزو صبيا عفريتا، مشاكسا وعنيدا بشعـرته الوحيدة التي كانت تنطلق في مـرح في رأسه اللامعة. وعندما زار المريخيون الأرض تسلل إلى مركبتهم، واختطف المريخيون زوزو الذي سبـب لهم بالطبـع متـاعب كثيرة اضطـرتهم إلى إعـادته إلى الأرض. وانتهـت مغامرة زوزو في المريخ، بقولته الشهيرة «ما كان أسخفها فكرة».

لكن فكرة غزو الفضاء لم تكن سخيفة بحال، ولم تغادر خيال الأطفال الـذين أصبحـوا الآن كبارا وعلماء وأصبـح عليهم، في النصـف الثاني مـن

القرن العشرين، أن يحققوا حلم الصغار والكبـار منذ تعلم الإنسان كيف يحلم، وذلك هو موضوع هذا الكتاب: الحلم الفضائي وكيف تحقق وماذا أعطى للإنسانية.

## تاريخ الصواريخ وأحلام الصعود إلى الفضاء

في فيلم الفـانتازيا «ساحر أوز The Wizard of Oz»[٧] تسأل الطفلـة «جودي جارلاند»: كيـف تبدأ رحلتها إلى مدينة «أوز» الخلابة لتقـابل السـاحر الذي سيحقـق لها أحلامها؟ وتكون الإجـابة الحكيمة «إنها دائما فكـرة طيبة أن نبدأ من البداية».

وتبدأ قصة الفضاء من الصواريخ . .

لم تكن الصواريخ الوسيلة المفضلة للإنسان للصعود إلى القمر في الأساطير والقصص الخيالية، وإنما كانت هناك وسائل أكثـر شاعرية وإن كان مشكوكا في فاعليتهـا مثل التسلق على ضوء القمـر في ليلة البدر، أو لصق أجنحـة من الشمع للتحليق بها وهي الـوسيلة التي يقال إن إيكاروس اليونـاني استخدمها للفرار من بطش ملك كريت. وفي تراثنا العربي نعلم أن عالمنا الأندلسي الكبير عباس بن فرناس دفع حياته ثمنا لمحـاولته الطموح للتحليق بأجنحة كأجنحة الطيـور، إلا أن ابن فـرناس -فيما تقـول الروايـة- نسي أن يركـب ذيلا لجسمـه الطائر، ولـذلك سقط سقطة أودت بحيـاته. ونحن نعرف الآن القـوانين التي تحكم عملية طيران مثل هـذه، ويمارس هذا النوع من التحليق كريـاضة محببة للكثيرين، غير أن هذه المحاولات الجسورة تدل، على كل حال، على شجاعة علمية نادرة ورغبة فائقة في المعرفة، وهي لا تقل بحال عن جسارة رائد الفضاء الذي يصعد في كبسولة مغلقة ليقذف في مجال مجهـول يعلم أنه قد يفقد حياته ثمنا للمعرفة العلمية ولتقدم الإنسان.

على أن أقرب محاولة يروى أنها نفذت لغزو الفضاء باستخدام الصواريخ ترجع إلى «فان هو» العالم الصيني المعاصر لكريستوفر كولمبس، والذي صنع مركبة فضاء مكونة من كرسي وأجهزة للقيادة وزودها بسبعة وأربعين صاروخا للدفع، ولعب «فان هو» دور رائد الفضاء بأن أوثق نفسه للكرسي وطلب من عماله أن يتقدموا لإشعال الصواريخ التي تحولت إلى وميض هائل وانفجار مروع أدى إلى نسف «فان هو» ومركبته. ويبدو أنه قد توصل لطريقة صحيحة للدفع لكنها كانت بكل تأكيد تحتاج إلى بعض التجارب التي من الأفضل أن تكون دون رواد.

وعلى كل حال فقصة غزو الفضاء تبدأ من اختراع الصواريخ والتي يجمع المؤرخون على أنها اختراع صيني، ثم انتقلت منهم إلى أنحاء العالم المعمور حينذاك أساسا عن طريق الحروب. ولا شك في أنه كان يدهش الشعوب التي تلتحم مع هؤلاء الصينيين أن يروا هذه السهام النارية المنطلقة إلى مسافات بعيدة تحمل الدمار والهلاك لجيوشهم.

وكان أبرز استخدام موثق للصواريخ هو ما جاء في وصف حصار جيوش جنكيز خان المغولي لمدينة «كاي فينج» عام ١٢٣٢ ميلادية، وقد وصفه المبشر الفرنسي بيير أنطوان جوبيل في كتابه «تاريخ جنكيز خان والأسر المغولية التي هزمت الصين ـ ١٧٩٣»(٨). ويصف جوبيل استخدام الصينيين هذا السلاح عند اشتداد الحصار: «وعندئذ أطلق الصينيون سلاحا ناريا جديدا كان له تأثير كبير في المغول. وعندما أشعل أحدث صوتا كالرعد يمكن سماعه على بعد فراسخ، وعندما سقط احترق وأشعل النار حوله لمسافة ألفي قدم».

وفي نهاية القرن الثالث عشر كان المغول قد أدخلوا هذا السلاح إلى حدود إمبراطوريتهم الممتدة في ذلك الوقت عبر آسيا وأطراف أوروبا. وعنهم أخذ الأوروبيون والعرب هذا الاختراع. وفي مخطوط باللغة العربية بعنوان «الفروسية والمناسيب الحربية» محفوظ بالمكتبة الوطنية بباريس(٩) جاء وصف سلاح على شكل «بيضة تقذف وتحرق. .» ومعها رسم لهذه القذيفة الصاروخية.

وفي كتاب «تاريخ القديس لويس» وهو لويس التاسع الذي أسر في المنصورة في الحملة الصليبية السابعة، يصف الكاتب واسمه «جوينفيل» كيف أن العرب كانوا يرمون بقذائف حارقة من ضفة النيل الأخرى، وكانت كبيرة «كبرميل النبيذ» وكان الذيل الناري الممتد خلفها «كسيف مشرع ذي حدين» ويصف صوتها بأنه «كالرعد النازل من السماء»[١٠].

وفي العصور الوسطى المتأخرة عرفت صناعة الصواريخ في أوروبا على نطاق واسع واستخدمت في معارك عديدة بين دويلات أوروبا. ويصف كتاب فرنسي باسم «كتاب القذائف والصواريخ» في عام ١٥٦١ كيفية صناعة صاروخ طوله متر. أما المثال المثير للدهشة فجاء في كتاب لرجل اسمه «كونراد هاس» كان يشرف على التسليح في جيش ولاية «سيبوي» (الآن جزء من رومانيا) في الفترة من ١٥٢٩ ـ ١٥٦٩، وترك رسما وتصميما للصاروخ يشبه إلى حد بعيد مانراه الآن في الرسوم التخطيطية المبسطة، ويتكون من عدة مراحل وله مقدمة مخروطية وزعانف للتوجيه[١١].

وخلال القرون الثلاثة التالية استمر تطور الصواريخ واستخدامها كسلاح حربي، إلا أن ظهور البندقية والمدفع وتطور دقة الإطلاق بهذه الأسلحة إلى درجة كبيرة أدى عموما إلى خفوت الاهتمام بالصواريخ حتى منتصف القرن التاسع عشر عندما عاد الاهتمام بالصواريخ في كتابات الخيال العلمي لكتاب مثل جول فيرن و هـ. ج. ويلز، ولكن ليس كسلاح للحرب هذه المرة وإنما كوسيلة لحمل الإنسان إلى الفضاء الخارجي.

## الصواريخ في العصر الحديث

يعود الفضل في بعث الاهتمام العلمي بالصواريخ مرة أخرى في العصر الحديث إلى ثلاثة رجال هم قسطنطين تسيلكوفسكي[١٢] الروسي (١٨٥٧ ـ ١٩٣٥)، وهيرمان أوبرث[١٣] الألماني (١٨٩٤ ـ ١٩٨٩) وروبرت جودارد[١٤]

الأمـريكـي (١٨٨٢ ــ ١٩٤٥). وإلى هـؤلاء الـرواد يـرجـع الفضـل في الخروج بالصواريـخ من حيز الخيال العلمي إلى حيـز التطبيق وتطوير المبـادئ الأساسية لعمل الصواريخ بحيث يمكنها الخروج بحمولتها من جاذبية الأرض.

وأما تطوير الصواريخ كسلاح حـربي حديث فيرجع الفضل فيه إلى الألمان خلال الحرب العـالمية الثانيـة وقبلها، حيث أجروا أبحـاثا ناجحـة ومستفيضة حول هـذا السلاح، وكـان أبرز مـلامح هـذا النجاح تحسين أجهـزة التوجيـه بحيث يمكـن إطلاق الصـواريخ لمسافـات بعيدة وعلى أهـداف محددة، وقد استخدموا هذا السلاح خلال الحرب في قصف لندن.

وعلى صعيد غزو الفضاء يرجع الفضل الأكبر في تطـوير القاذفات الصاروخية العملاقة إلى عالمين كبيرين وفريقيهما، وهما الروسي «سيرجي بابلوفيتش كوروليف» (١٩٠٧ ـ ١٩٦٦) والـذي قاد فـريق الفضاء الـروسي بكل إنجـازاته مـن إطلاق سبوتنيك إلى إطـلاق يوري جاجارين ومـا بعد ذلك من إنجازات سيـأتي ذكرها في محلها من هذا الكتاب، والآخر هـو الألماني الأمريكي «فيرنر فون براون» (١٩١٢ ـ ١٩٧٧) وهو الذي كان وراء برنامج الصاروخ ف-٢ في ألمانيا خلال الحرب العالمية الثانية ووراء برنامج أبوللو للصعود إلى القمر.

## صناعة الصواريخ في ألمانيا أثناء الحرب

ليس من الإنصاف الحديث عن غزو الفضاء دون التعرض للجهود الألمانية في صناعة الصـواريخ قبيل وخلال الحرب العالميـة الثانية، حيث كـانت تلك الجهود المستفيضة أساسا للمحاولات الأولى في الفضاء على كلا الجانبين.

خرجت ألمانيا مهزومة مـن الحرب العالمية الأولى، وفرض الحلفاء المنتصرون عليها شروطـا قاسية في معاهـدة فرساي عـام ١٩١٩ كان من بينها منعهـا من تطويـر السلاح بمختلف أنـواعه. غير أن الصواريـخ التي لم تكن معـروفة في ذلـك الوقـت، لم تكـن ضمن الأسلحـة المحظـور تطويـرهـا بمقتضى تلـك

المعاهدة، ولذلك توجهت قدرات ألمانيا العلمية والتقنية نحو تطوير هذه التقنية الجديدة.

وخلال العشرينيات من هذا القرن كان هناك نشاط كبير في ألمانيا لبناء الصواريخ من خلال الجمعيات العلمية الفلكية والفضائية. ومن خلال هذه الجمعيات مارس علماء ناشئون مثل فيرنر فون براون وهيرمان أوبرث نشاطهم العلمي في تطوير الصواريخ. وتركزت المحاولات والتجارب على إنتاج صاروخ تجريبي يعمل بالوقود السائل، ونجح أول إطلاق في ألمانيا لصاروخ من هذا النوع في عام ١٩٣١. ورغم أن هذه لم تكن أول مرة في العالم لإطلاق صاروخ تجريبي بالوقود السائل، إذ إن روبرت جودارد نجح في أمريكا في إطلاق صاروخ من هذا النوع قبل ذلك بخمس سنوات، فإن نشاط الصواريخ في ألمانيا كان مكثفا، وكان وقوده الكرامة الوطنية والرغبة في إيجاد متنفس للابتكارية الألمانية، وكانت هذه المحاولات تجرى تحت نظر الجيش الألماني وبدعم منه، وفي نوفمبر ١٩٣٢ تعاقد الجيش الألماني مع فيرنر فون براون ليصنع صاروخا يعمل بالوقود السائل.

كانت هذه خطوة تاريخية، إذ إن هذا الرجل نفسه الذي صنّع أول صاروخ ينتج ويستخدم على نطاق واسع وهو الصاروخ الألماني ف-٢ بعد ذلك التاريخ بنحو عشر سنوات، مضى بعد ذلك ليضع أول إنسان على سطح القمر باستخدام أضخم صاروخ بناه الإنسان وهو القاذف ساتيرن - ٥ الذي حمل أبوللو - ١١ ورواده.

بعد ثلاثة شهور كان فون براون قد أنتج أول محرك صاروخي بالوقود السائل مستخدما الأكسجين السائل والكحول، وكان محركا متواضعا ينتج ١ كيلو نيوتن من الدفع(*) ويستمر مشتعلا لمدة ٦٠ ثانية. وبعد شهور من محاولات

---

* تقاس قوة الدفع بوحدة تسمى نيوتن، وهي القوة اللازمة لتحريك كتلة مقدارها كيلوغرام واحد يتسارع (عجلة) مقداره ١ متر/ ثانية ٢.

التطوير حان الـوقت لتجميع أول صاروخ من هذا النـوع وكان اسمه A-1 . وكان عـام ١٩٣٥ تاريخيـا بشكل آخـر لصناعـة الصواريـخ، إذ لفت نجـاح الفريق نظر رجل كانت أسهمه تصـاعدت بشكل صاروخي هي الأخرى وكان قد أصبح خلال بضع سنوات مستشارا لألمانيا، وكان اسم هذا الرجل أودولف هتلر. تبنى هتلر مشروع الصواريخ الألماني وخلال عدة سنوات كان المشروع قد تطور إلى الصاروخ ف ـ ٢ .

وبين عـامـي ١٩٤٤ و١٩٤٥ تـم إنتـاج أكثر مـن خمسـة آلاف مـن هـذا الصـاروخ. وفي ٨ سبتمبر ١٩٤٤ أطلق على جنـوب إنجلترا في حملـة الرعـب التـي عرفتهـا لندن قـرب نهاية الحرب العـالميـة الثانيـة. وتوسـع نشاط إنتـاج الصواريخ في ألمانيا في سنوات الحرب من مختلف الأنـواع سواء كانت صواريخ أرض ـ أرض مثل ف ـ ٢ أو صواريخ مضادة للطائرات أو صواريخ جو ـ جو، وبلـغ عدد أفـراد فريـق فـون براون في قمـة النشـاط أكثر مـن ستة آلاف عـالم ومهندس وفني.

وفي ٢ مايو عام ١٩٤٥ في الأسابيع الأخيرة مـن الحرب العالمية الثانية سلم فون براون وعدد مـن رفاقه أنفسهم للجيش الأمريكي، وأسـدل بذلك الستار على فصل مثير من تاريـخ صناعة الصواريخ ليرفع بعد أيـام قليلة في الولايات المتحدة على بـداية صناعـة الصواريـخ الباليستية العـابرة للقارات ثـم برنـامج الفضاء الأمريكي تحت إشراف فيرنر فون براون.

## سباق الفضاء بعد سبوتنيك

منذ أطلـق القمر الصناعي الـروسي سبوتنيك في ٤ أكتوبـر ١٩٥٧ أصبح الفضاء هو سـاحة التنافس الـرئيسية بين القوتين العظمبين عسكريـا وتقنيا في ذلك الـوقت، ولم يكـن لدى الـولايات المتحدة الأمـريكية عنـدئذ أي برنـامج حقيقـي للخـروج إلى الفضاء، ولكـن إطـلاق القمـر الصنـاعي السـوفييتـي

سبوتنيك ـ ١ والذي يعتبر إشارة البدء في سباق القرن العشرين لغزو الفضاء كان حافزا كافيا لإيقاظ البرنامج الأمريكي ووضع الولايات المتحدة كل إمكاناتها العلمية والتقنية وراء هذا الهدف الكبير.

ورغم أن حلم الإنسان بغزو الفضاء كان له دور كبير على الأقل في الحشد المعنوي وراء هذه الجهود، فإن العامل الأكبر كان التنافس بين العملاقين الدوليين: الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي. فمما لا شك فيه أنه عندما بدأت الولايات المتحدة وروسيا سباق الفضاء والذي استعرت حدته في الستينيات والسبعينيات من هذا القرن، كان الهدف بكل تأكيد استغلال الفضاء كجزء من وسائط فرض الهيمنة العسكرية وتحقيق التفوق الإستراتيجي في الصراع الذي كان دائرا بين القوتين إبان الحرب الباردة.

غير أن تغير الظروف العالمية وارتفاع تكاليف برامج الفضاء أديا إلى توجيه النظر إلى ضرورة الاستغلال الاقتصادي للفضاء لاستعادة جزء من تكاليف التطوير الباهظة. كما أن دخول لاعبين جدد إلى هذا المجال وهم أوروبا والصين واليابان والهند، وليس لأي منهم بصفة عامة طموحات عسكرية كونية، أدى إلى احتدام التنافس في مجال الاستغلال التجاري للفضاء والتركيز على الجانب الاستثماري في هذا الإنفاق الهائل.

وكان السبب الأخير والقوي هو تطور تقنيات الفضاء بالقدر الذي جعلها تعطي نتائج تطبيقية إيجابية كشفت عن الإمكانات الهائلة الكامنة في هذه التقنيات الجديدة، وإمكان استغلالها لصالح الإنسان والتنمية وتحسين مستويات المعيشة.

وأهم هذه التقنيات الفضائية هي المسح الفضائي للموارد (الاستشعار عن بعد) والتي أصبح كوكب الأرض بعدها ككرة معلقة في الفضاء تحيط بها أصابع خفية تمتد من الأقمار الصناعية المحلقة حولها يستطيع الإنسان عن طريقها أن يصل إلى أي نقطة فيها لينقب فيها أو يكشف عن أسرارها. ونحن نتكلم هنا

عن الموارد المائيـة والمياه الجوفيـة والثروات البترولية والمعـدنية، وكلهـا لم تعد في حاجة إلى بعثات مجهزة تجوب الصحاري وتحفر تحت التربة لتستكشف الموارد، بل يكفي تحليل الصور والمعلومات التـي تلتقطها الأقمار الصناعية في كل ثانية وتزود بها مـراكز المعلومـات في الدول التي تمتلك تلـك التقنيات، ثم يـأتي بعد ذلك دور البعثات الأرضية لتمد يدها بالحفر في المواقع التي حددتها الأقمار.

وهناك تقنيات الاتصال أو مايسمى بثورة الاتصالات وهي الشق الآخر من ثورة المعلـومات التـي يعتبر الحاسب الإلكتروني وتقنيـات معالجة المعلـومات شقها الأول.

ثم هناك تطبيقـات الملاحة الجوية والبحرية، والتي أصبحـت الطائرة فيها في كل جـزء من الثانية تحت مـراقبة ومتابعـة مستمرة من الأقمار الصناعيـة مما يتيح إمكان التحكـم في مسارات هذه الطائرات وزيـادة كثافة حركتهـا نتيجة الاستغلال الأمثـل للمسارات، وهـو تطبيق يزيـد كفاءة حـركة الطيران المدني أضعافا مضاعفة.

وتأتي بعـد ذلك تطبيقات الأرصاد الجويـة وارتفاع دقة التنبؤ بها نتيجـة أننا أصبحنا بـاستخدام الأقمار الصنـاعية نستطيع أن نـرى العناصر الجويـة وهي تتفاعل، ونرى الأعاصير وهي تتكـون، ونلتقط لها صورا ينقلها التليفزيون إلى غرف معيشتنـا. وأمكن عن طـريق هذه التقنيـة تقليل أثر الكـوارث الطبيعية بتحذير سكان المناطق المهـددة في وقت مبكر، كما استخدمت تقنيات الأقمار الصناعيـة في الإغاثـة والإنقاذ في كـوارث الانهيارات الجليـدية وعلى منصـات البترول في وسط المحيطات

واستطاعت الدول، بدرجات مختلفـة، أن تضع تقنيات الفضاء في خدمة شعوبها واقتصـادها، وبدأت الدول المنتجـة للتقنية في تسويق هـذه التقنيات والخدمـات النـاتجة عنها، وأخـذت كـل دولـة منهـا بـالقدر الـذي تستطيـع استيعابه من الفوائد والعائد التقني والتطبيقي.

ولا شك في أنه من الإنصاف أن نقول إن الدافع الرئيسي وراء برامج الفضاء لم يكن استخدام هـذه التقنيات المذهلة للأغراض المدنية السلميـة، بل كان، في الـواقع، خـوف كـل من القـوتين أن تنجـح الأخـرى في استخدام الفضـاء كمنصة عسكـرية لشن معركـة نهائية وفاصلـة تنهي كل المعارك، وتنهـي لعبة التنافس ذاتها، وهـو في الحقيقة ماحدث بالفعل، إذ إن هنـاك ما يدل على أن بدايـة انهيار الاتحاد السـوفييتي، وهـو الانهيار الـذي تسارع لأسبـاب داخلية تتعلق ببنية النظام نفســه، كان هو مبادرة «حرب النجوم» التـي أعلنها الرئيس ريجان والتـي بدا أنـه مصمـم على المضي فيها إلى النهـايـة رغـم التكلفة الماليـة البـاهظـة ورغـم معـارضة عـدد كبير مـن الإستراتيجيين والعلماء بـدعـوى أن التقنيات الرئيسية لهذه المبادرة لم تستوف بعد.

وتعتمد مبـادرة حرب النجوم على إنشاء مظلـة من الأقمار الصناعيـة تدور حـول الأرض بصفة مستمـرة وترصـد أي صـواريخ عبـارة للقارات تخرج مـن مكـامنها (يتـم ذلـك عـن طريـق رصـد الإشعـاع الحراري لفوهـة الصـاروخ أساسـا)، وترســل المعلومـات بموقـع وسرعة واتجاه الصـاروخ إلى أقمار أخرى ترسل حزما من أشعة الليزر لتـدمير الصواريخ المهاجمة -وهو سلاح لم يكن قد تطويره عند إعلان المبادرة- أو كمرحلـة أولى ترسل إشارات لصواريخ مضادة تعترض الصواريخ المهاجمة وتدمرها.

كانت هـذه خطة شاملة لمعركـة جديدة ساحتها الفضـاء الخارجي وتعتمد بكثافة على تقنيات الاتصال والحاسبات وتقنيـات أخرى تحت التطوير. وكان نجاح دولـة ما في استكمال هـذه الشبكة يعنـي ببساطـة إمكان تـوجيه ضربـة حاسمة للدولة الأخرى مع عدم إمكـان الرد عليها و إلغاء نظرية الردع النووي المتبادل التـي بني عليها توازن القـوى خلال فترة الحرب الباردة، وكان المتـوقع أن الـدولة التـي لـديها الإمكانـات لإنشـاء مثـل هذه الشبكـة هـي الولايـات المتحدة، وكانت هذه أول معركة تشن بالكامل في ساحة الفضاء الخارجي.

أدرك الاتحاد السوفييتي أنه لن يكسب هذه الجولة التي تعتمد أكثر ما تعتمد على تقنيات الاتصال والتحكم والإلكترونيات والحاسبات التي حققت فيها الولايات المتحدة سبقا لا يمكن تجاوزه. وحيث إن خسارة الجولة كانت تعني مباشرة خسارة الحرب فإن الاتحاد السوفييتي آثر أن ينسحب ويعلن تخليه عن تلك الجولة الأمر الذي أدى إلى تداعيات انتهت بفك الاتحاد السوفييتي. وهكذا انتهى الصراع الذي بدأ بين القوتين بعد انتهاء الحرب العالمية، واتخذ في جانب كبير منه صورة تنافس حاد في الفضاء منذ عام ١٩٥٧ حتى ١٩٨٧ تقريبا أو نحو ثلاثة عقود كاملة.

وخلال هذه العقود شنّت دول الفضاء وخاصة الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي، برامج هائلة لغزو الفضاء واستغلاله في تطبيقات مختلفة لكل منها تقريبا جانباه السلمي والعسكري. كانت هناك البرامج التي تهدف أولا إلى تطوير تقنيات الفضاء والتعامل مع المشاكل التي يطرحها صعود الإنسان إلى الفضاء مثل ميركوري وجيمني وفوستوك وفوسخود، وكانت هناك البرامج التي تهدف إلى سبر أغوار الفضاء واستكشاف النظام الشمسي وكواكبه وحتى الخروج منه مثل برنامج مارينر الأمريكي لاستكشاف المريخ وفينيرا الروسي للهبوط على الزهرة.

وكانت هناك برامج أقمار الاستطلاع العسكري وتطوير تقنياتها وهو ما تطور في جانبه السلمي إلى برامج الاستشعار عن بعد. وكانت هناك برامج للرصد الجوي وهو تطبيق في أغلبه سلمي، وبرامج الملاحة الجوية والبحرية ولها جانباها المدني والعسكري. وهناك برامج أقمار الاتصالات وهو أحد أنجح ثمار غزو الفضاء والتي أعطت عوائد مدنية وسلمية كبيرة في مجالات تسهيل الاتصالات وربط العالم كله بشبكة كثيفة من أقمار الاتصال والبث التليفزيوني، وهذه الأخيرة تثير قضايا عديدة تتعلق بالهيمنة الثقافية كناتج للهيمنة التكنولوجية.

ورغم أنه من الصعب أن نقدم حصرا شاملا وكاملا لكل برامج الفضاء، فإنه قد يكون من المناسب هنا أن نحيط بشكل موجز وشامل ببرامج الفضاء الأولى التي قام بها كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة وأهدافها، ويمكننا من خلال فحص هذه البرامج أن نلم بالتطور الذي اتخذته مغامرة الإنسان في الفضاء في سنواتها الأولى.

ويقدم الجدول (١ ــ ١) ملخصا لبرامج الفضاء في العشرين عاما الأولى من خروج الإنسان إلى الفضاء وتاريخ وأهداف كل منها، وقد رتبت حسب العام الذي بدأ فيه البرنامج، بينما يقدم الجدول (١ ـ ٢) قائمة بالأحداث الرئيسية في غزو الفضاء وبهما معا نستطيع أن نكون صورة مبدئية عن حجم الإنجاز الإنساني في الفضاء. ويمكن لنا بعد ذلك أن نبدأ رحلتنا لنتعرف بشيء من التفصيل هذا الإنجاز الكبير الذي تم في النصف الثاني من هذا القرن، وهي الفترة التي يطلق عليها بحق عصر الفضاء.

## جدول ١ ـ ١ برامج الفضاء السوفييتية والأمريكية
## من بداية عصر الفضاء حتى ١٩٧٨

| رقم | اسم البرنامج | الدولة | السنوات | الهدف | عدد الإطلاقات |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | سبوتنيك | الاتحاد السوفييتي | ٥٧ ـ ١٩٥٨ | إطلاق أقمار في مدار حول الأرض | ٣ |
| ٢ | اكسبلورر | الولايات المتحدة | ٥٨ ـ ١٩٥٩ | إطلاق أقمار علمية في مدار حول الأرض | ٣٨ |
| ٣ | فانجارد | الولايات المتحدة | ٥٨ ـ ١٩٥٩ | إطلاق أقمار حول الأرض | ٣ |
| ٤ | بيونير ٥ ـ ٩ | الولايات المتحدة | ٦٠ ـ ١٩٦٨ | قياس خصائص الفضاء بين الكواكب | ٥ |
| ٥ | لونيك ١ ـ ٣ | الاتحاد السوفييتي | ١٩٥٩ | الجيل الأول ـ تصوير القمر | ٣ |
| ٦ | فوستوك | الاتحاد السوفييتي | ٦١ ـ ١٩٦٤ | إطلاق رائد فضاء حول الأرض | ٦ |
| ٧ | رينجر | الولايات المتحدة | ٦١ ـ ١٩٦٥ | تصوير سطح القمر تمهيدا للنزول عليه | ٩ |
| ٨ | ميركوري | الولايات المتحدة | ٦١ ـ ١٩٦٣ | إطلاق كبسولات بها قرود ثم برواد فضاء | ٢٦ |
| ٩ | أبوللو | الولايات المتحدة | ٦١ ـ ١٩٧٢ | تصوير سطح القمر ثم الهبوط عليه | ١١ |
| ١٠ | فينيرا | الاتحاد السوفييتي | ٦١ ـ ١٩٨٣ | إطلاق كبسولة للزهرة | ١٦ |
| ١١ | مارس | الاتحاد السوفييتي | ٦٢ ـ ١٩٧٣ | وضع كبسولة في مدار المريخ | ١٦ |
| ١٢ | مارينر | الولايات المتحدة | ٦٢ ـ ١٩٧٣ | مسبر فضائي للزهرة والمريخ وعطارد | ١٠ |
| ١٣ | لونا (٤ ـ ١٤) | الاتحاد السوفييتي | ٦٣ ـ ١٩٦٨ | الهبوط الآلي اللين على القمر | ١١ |
| ١٤ | فوسخود | الاتحاد السوفييتي | ٦٤ ـ ١٩٦٦ | السير في الفضاء | ٢ |
| ١٥ | زوند | الاتحاد السوفييتي | ٦٤ ـ ١٩٦٩ | تصوير القمر والطيران بين الكواكب | ٦ |
| ١٦ | جيميني | الولايات المتحدة | ٦٥ ـ ١٩٦٦ | البقاء في المدار تمهيدا لأبوللو | ١٢ |
| ١٧ | سويوز | الاتحاد السوفييتي | ١٩٦٧ | | |
| ١٨ | لونار أوربيتر (الطواف القمري) | الولايات المتحدة | ٦٦ ـ ١٩٦٧ | تصوير القمر من المدار لاختيار موقع الهبوط تمهيدا لأبوللو | ٥ |
| ١٩ | سرفيور (الراصد) | الولايات المتحدة | ٦٦ ـ ١٩٦٨ | إنزال مسبر على سطح القمر تمهيدا لأبوللو | ٧ |
| ٢٠ | لونا (١٥ ـ ٢٤) | الاتحاد السوفييتي | ٦٩ ـ ١٩٧٦ | إحضار عينات من تربة القمر ـ إنزال مركبة آلية | ١٠ |
| ٢١ | بيونير (١٠ـ١١) | الولايات المتحدة | ٧٢ ـ ١٩٧٣ | المشتري وزحل | ٢ |
| ٢٢ | بيونير | الولايات المتحدة | ١٩٧٨ | قياس جو وسطح الزهرة | ٢ |
| ٢٣ | فايكنج | الولايات المتحدة | ١٩٧٦ | الهبوط بمركبة آلية على المريخ | ٢ |
| ٢٤ | فواياجير | الولايات المتحدة | ١٩٧٧ | استكشاف أربعة كواكب خارجية في النظام الشمسي | ٢ |

## جدول ١ ـ ٢ الأحداث الرئيسية في غزو الفضاء حتى ١٩٩٦

| | التاريخ | الدولة | الحدث |
|---|---|---|---|
| ١ | ١٦ مارس ١٩٢٦ | الولايات المتحدة | إطلاق أول صاروخ بالوقود السائل (روبرت جودارد) |
| ٢ | ١٣ يونيو ١٩٤٢ | ألمانيا | إطلاق الصاروخ الألماني A-4 (أصبح فيما بعد V2) |
| ٣ | ٤ أكتوبر ١٩٥٧ | الاتحاد السوفييتي | إطلاق أول قمر صناعي في الفضاء -سبوتنيك-١- بزوغ عصر الفضاء |
| ٤ | ٣١ يناير ١٩٥٨ | الولايات المتحدة | أول إطلاق مداري أمريكي -القمر الصناعي اكسبلورر |
| ٥ | ١ أكتوبر ١٩٥٨ | الولايات المتحدة | إنشاء الهيئة القومية للطيران والفضاء «ناسا» |
| ٦ | ٤ أكتوبر ١٩٥٩ | الاتحاد السوفييتي | أول مركبة تصل إلى القمر وتصور الجانب المظلم لونيك ـ ٣ |
| ٧ | ١٩٥٨ | الولايات المتحدة | إطلاق أول قمر صناعي للاستخدامات المدنية (اتصالات) |
| ٨ | ١٢ أبريل ١٩٦١ | الاتحاد السوفيتي | يوري جاجارين يدور حول الأرض فوستوك-١ |
| ٩ | ١٩٦٢ | الولايات المتحدة | أول مسبر فضائي (مارينر-٢) يصل للزهرة |
| ١٠ | ١٦ يونيو ١٩٦٣ | الاتحاد السوفيتي | صعود أول رائدة فضاء سوفييتية |
| ١١ | ١٨ مارس ١٩٦٥ | الاتحاد السوفييتي | أول إنسان يمشي في الفضاء -فوسخود ٢ |
| ١٢ | ١٩٦٥ | الولايات المتحدة | المركبة مارينر-٤ تصل إلى المريخ |
| ١٣ | ٢٦ نوفمبر ١٩٦٥ | فرنسا | إطلاق أول قمر صناعي فرنسي |
| ١٤ | ٣١ يناير ١٩٦٦ | الاتحاد السوفيتي | أول هبوط لين بمركبة آلية على سطح القمر ـ المركبة لونا ـ ٩ |
| ١٥ | ديسمبر ١٩٦٨ | الولايات المتحدة | أول إنسان يدور حول القمر |
| ١٦ | ٢٠ يوليو ١٩٦٩ | الولايات المتحدة | أبوللو ـ ١١ أول إنسان يهبط على القمر |
| ١٧ | ٢٤ أبريل ١٩٧٠ | الصين | الصين تدخل سباق الفضاء ـ إطلاق أول قمر صناعي صيني |
| ١٨ | ١٩ أبريل ١٩٧١ | الاتحاد السوفيتي | أول محطة مدارية ـ ساليوت ١ |
| ١٩ | ١٩٧٤ | الولايات المتحدة | أول مسبر يصل إلى المشترى (بيونير-١٠) |
| ٢٠ | ٩ سبتمبر ١٩٧٥ | اليابان | اليابان تدخل عصر الفضاء- أول قمر صناعي ETS-1 |
| ٢١ | ١٨ يوليو ١٩٨٠ | الهند | الهند تدخل عصر الفضاء ـ القمر الصناعي روهيني-٢ |
| ٢٢ | ١٩٨٤ | الولايات المتحدة | صعود أول رائدة فضاء أمريكية |
| ٢٣ | أبريل ١٩٨٤ | | استخدام المقعد النفاث خارج المكوك |
| ٢٤ | أبريل ١٩٨٤ | | إصلاح أول قمر صناعي برواد المكوك |
| ٢٥ | ٨ فبراير ١٩٨٥ | | إطلاق القمر الصناعي العربي الأول |
| ٢٦ | ١٨ يونيو ١٩٨٥ | | إطلاق القمر الصناعي العربي الثاني |
| ٢٧ | ١٨ يونيو ١٩٨٥ | | طيران أول رائد فضاء عربي (سعودي) |
| ٢٨ | | | طيران ثاني رائد فضاء عربي (سوري) |
| ٢٩ | ٢٨ يناير ١٩٨٦ | | احتراق مكوك الفضاء الأمريكي كولومبيا |
| ٣٠ | ١٩٨٧ | الاتحاد السوفيتي | أول محطة مدارية مأهولة بصفة مستمرة (مير) |
| ٣١ | ١٩ سبتمبر ١٩٨٨ | إسرائيل | إسرائيل تطلق أول قمر صناعي أفق ـ ١ |
| ٣٢ | ٢١ ديسمبر ١٩٨٨ | الاتحاد السوفيتي | أول إنسان يقضي عاما كاملا في الفضاء |
| ٣٣ | ١٩٩٥ | | بدء التدريب على المحطة الدولية ألفا |
| ٣٤ | أبريل ١٩٩٥ | | إطلاق أول مرصد فضائي (هابل) |
| ٣٥ | ١٦ مايو ١٩٩٦ | | إطلاق القمر الإسرائيلي للاتصالات |
| ٣٦ | يوليو ١٩٩٦ | | إطلاق أول أقمار الجيل الثاني للعربسات |

# الفصل الثاني

# علوم الفضاء

قبل أن نبدأ الحديث عن تحدي الفضاء والإنجازات العلمية والتقنية الهائلة التي تحققت في هذا المجال، يحسن بنا، حتى تسهل متابعة التفاصيل الفنية التي لابد منها للوقوف على حجم التحدي العلمي الذي واجه الإنسان عندما أخذ على عاتقه الخروج من كوكبه الصغير إلى الفضاء الواسع، أن نتناول بالمناقشة بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بهذا المجال.

يقصد بعلوم الفضاء أو الفضائيات Astronautics مجموعة المعارف التي تستخدم في إطلاق مركبة صناعية من الأرض والتحكم في مسارها والاتصال بها ومتابعتها حتى تؤدي مهمة معينة في الفضاء أو في مدار محدد.

وترتكز علوم الفضاء على مجموعة العلوم الأساسية للميكانيكا والفيزياء والكيمياء والأحياء والهندسة وبعض الموضوعات المتفرعة عنها وكذلك بعض العلوم المتخصصة. والمشكلات التي يتعرض لها علم الفضائيات تشمل حساب المسارات والمدارات للمركبات الفضائية والتحكم فيها والتي تعالج في نطاق علوم ميكانيكا الأجرام السماوية والتوجيه والتحكم الآلي، والاتصال بين المركبة والأرض وهو مجال علوم الاتصالات، ثم تصميم وتصنيع القاذفات العملاقة التي تحمل هذه المركبات إلى مداراتها، وتقع هذه في مجال علوم الدفع والديناميكا الهوائية والحرارية وتصميم الهياكل، وأخيرا نظم حفظ ودعم الحياة لرواد الفضاء في المهام المأهولة.

ويعتبر علم ميكانيكا الأجرام السماوية، وهو مجموعة القوانين التي تحكم حركة الأجسام تحت تأثير الجاذبية، الأب الشرعي لعلوم الفضاء، وهو بطبيعة

الحال أقدم هـذه العلوم إطلاقـا ويعتمد على ميكانيكـا نيوتن والتـي تستطيع التنبؤ بحركة هذه الأجسام بشكل دقيق للغاية. والواقع أن الدراسات الخاصة بحساب مسارات الأجسام المقذوفة من الأرض قديمة جدا وترجع إلى كبلر(١٥) ومـن قبله إلى كـوبرنيكـوس(١٦)، ومـن سبقهما من العلماء الإغـريق والعـرب والهنود، إلا أن الإنجاز بطبيعـة الحال هو في الوصول إلى التقنيـة التي تستطيع تحقيق الحسابات النظرية.

ومن المفيد أن نلفت النظر هنا قليلا إلى العـلاقة بين العلم والتكنولوجيا في مجال الفضاء، فالواقع أن مجموعة العلـوم الأساسية لهذا المجال المبهر هي كلها علوم تقليدية، وقوانينها متاحة ومعروفـة لسنوات طويلة، ولذلك فإن الإنجاز الحقيقي في غزو الفضاء هو إنجاز تقني بالدرجة الأولى.

ونستطيع أن نضيـف أيضا الملحـوظة التاليـة بشكل عـابر، وهـي أن أهم مايميز عصرنا هذا هو الانتقال من العلوم إلى التكنولوجيا، وأن مقياس التقدم لم يعد هو التحصل على العلوم فقط، بل نجاح المجتمع في تحويل هذه العلوم البحتة إلى تقنيات يسخرها لخدمته، ومن هنا فإن الدول المتقدمة لا تجد ضرورة لإقامـة حواجز على العلـوم، بل تجعلها متـاحة بشكل ميسر لعلمائنـا من دول العالم الثالث الذين تحفل بهم معاملها وجامعاتها، غير أنها تقيم أشد الحواجز وأكثفهـا أمـام نقـل هـذه التقنيـات، ومن هنـا تـأتي أهميـة قضيـة استنبـات التكنولوجيا والتي هي أمر لابـد منه للتقدم في عالم لا يمكن فيه «شراء» التقنية بأي ثمن.

هذه مـلاحظة عابرة ولكنهـا شديدة الأهميـة تتعلق بالمشكلة التـي لا نزال نبحث لها عـن حل منذ خرجـت أمتنا إلى المعاصرة دون أن نخطو فيهـا خطوة واحدة، وهي ماذا نفعل مع التكنولوجيا؟

والآن فإن فهما مبسطا للقوانين التي تحكم حركة هذه الأجسام يعتبر أمرا لا غنى عنه لمتابعة المناقشة.

## كيف تفلت المركبة الفضائية من جاذبية الأرض؟

إذا ربطنا حجرا في خيط طويل نسبيا وأدرناه بسرعة كبيرة فإننا نحس بشد في الخيط وأن الحجر يريد أن ينطلق بعيدا إلا أن الخيط يمسكه. وإذا استمر دوران الخيط فإن الحجر يظل في مسار دائري، وهو في هذه الحالة يتوازن بين قوتين: قوة طرد إلى الخارج تقابلها قوة جذب في الخيط.

والقانون الذي يحكم حركة الحجر في هذه الحالة هو قانون القوة الطاردة المركزية، ويمكن التعبير عن القوة الطاردة المؤثرة في الجسم في هذه الحالة بالعلاقة:

$$ق = ك ع^٢ / نق$$

أو أن القوة المؤثرة في الجسم تساوي كتلته مضروبة في مربع السرعة ومقسومة على نصف قطر الدائرة التي يدور فيها.

ويمكن تطبيق هذا القانون على الأجسام الفضائية بإعطاء الجسم سرعة أفقية (في اتجاه مواز لسطح الأرض وليس عموديا عليه). وإذا افترضنا إمكان استمرار الجسم في تلقي هذه السرعة الأفقية (كأن يكون لديه قوة دفع خاصة به) فإنه يقع تحت تأثير قوة طاردة إلى الخارج تميل إلى دفعه باستمرار إلى أعلى، وتتوقف قيمة هذه القوة الطاردة على كتلة الجسم ومقدار السرعة المعطاة للجسم وكذلك على بعده عن مركز الأرض.

وحيث إن أي جسم قرب سطح الأرض يقع أيضا تحت تأثير الجاذبية الأرضية، فإن هذا الجسم المتحرك أفقيا بسرعة كبيرة يقع تحت تأثير قوتين متضادتين: قوة الجاذبية والقوة الطاردة الناشئة عن سرعتها، فإذا كانت سرعة الجسم الأفقية كبيرة بدرجة كافية بحيث ينتج عنها قوة طاردة تعادل قوة الجاذبية فإن الجسم يظل يدور في مسار دائري حول الأرض، وتسمى هذه السرعة بالسرعة المدارية.

وإذا كانت سرعة الجسم أقل من السرعة المطلوبة فإن الجسم يسقط نحو الأرض، أما إذا كانت سرعة الجسم أكبر من السرعة المدارية بدرجة كافية فإن الجسم يمكن أن ينطلق مفلتا من نطاق الجاذبية الأرضية، وتسمى تلك السرعة بسرعة الإفلات. وبين السرعة المدارية وسرعة الإفلات فإن الجسم يتخذ مدارا بيضاويا يتوقف شكله على السرعة التي يتحرك بها الجسم الفضائي.

## السرعة المدارية وسرعة الإفلات

ومن هنا يمكننا تحديد السرعة اللازمة للبقاء في مدار دائري وتسمى «السرعة المدارية الأولى» ولنرمز لها بالرمز ع١، بأنها السرعة التي تنتج عنها قوة طاردة تعادل الجاذبية، وتؤدي هذه العلاقة إلى:

$$ع_1 = \sqrt{\frac{ي}{نق}}$$

أو أن السرعة المدارية الأولى تساوي الجذر التربيعي لحاصل ضرب نصف قطر الكرة الأرضية في رقم طبيعي معروف (ي). والرقم الثابت (ي) يعطى من العلاقة:

$$ي = م ج$$

حيث م كتلة الأرض، وج يسمى ثابت الجاذبية الأرضية وهو معدل تغير سرعة جسم يسقط حرا تحت تأثير الجاذبية الأرضية.

وعند خط الاستواء فإن نصف قطر الأرض يساوي ٦٣٧٨ كيلومترا والثابت ي يعادل ٣٩٨٦٠٠,٤ كم٣/ ث٢، وبذلك فإن ع١ عند خط الاستواء تعادل ٧,٩ كيلومتر في الثانية.

وإذا كانت الأرض دون غلاف جوي، أي دون مقاومة للهواء مثل القمر أو زحل، فإنه يمكن إطلاق قمر في مدار دائري عند سطح الأرض إذا أمكن لنا إيصاله إلى هذه السرعة. لكن جو الأرض يحدث مقاومة كبيرة ولذلك سوف يفقد القمر الصناعي سرعته ويسقط تحت تأثير الجاذبية إذا أطلق عند سطح الأرض.

ولذلـك فعند إطلاق جسم فضـائي فإنه يحمـل بوساطة قـاذف إلى ارتفاع معين حيـث يكون سمـك الغلاف الجوي ضئيـلا وبالتـالي لا يحدث مقاومـة كبيرة، ثـم يعطى سرعـة أفقيـة ليظل يـدور في مـداره المحدد أو يخرج منـه إلى الفضاء الفسيح. وتبدأ مقاومة الهواء في النقصان بدرجة كبيرة عند ارتفاع ٢٠٠ كيلومتر، وعلى هذا الارتفاع على سبيل المثال يمكـن إعطاء الجسم مدارا دائريا بإعطائه سرعة أفقية تبلغ ٧,٨ كيلومتر في الثانية.

وليستطيع القمر الصناعي الإفلات مـن جاذبية الأرض ـ وليس مجرد البقاء في مدار دائري كأن يكون في رحلة للقمر مثلا ـ فـلابد أن تكون له طاقة حركية أو سرعة معينـة تسمى سرعـة الإفلات Escape Velocity وتختلـف قيمتهـا حسب الارتفاع نظـرا لأن جاذبية الأرض تختلف حسب الارتفـاع. فعند سطح الأرض تبلـغ هـذه السرعـة ١١,١٨ كيلومترا في الثـانيـة، وعلى ارتفـاع ٢٠٠ كيلومتر من سطح الأرض تبلغ سرعة الإفلات ١١,٠١ كيلومترا في الثانية. فإذا أردنا أن يخرج الجسم مـن مجال الجاذبية الأرضية يجب إعطاؤه سرعـة أفقية أكبر من سرعة الإفـلات، وبطبيعة الحال فإنه لا يمكن إعطاء الجسـم هذه السرعة على سطح الأرض حيـث تلزم مسـافة وزمـن معينان لتسـارع المركبة والقـاذف الذي يحملها لتصـل إلى هذه السرعة، لذلـك فإن سرعة الإفلات تكـون عادة على ارتفاع معين من سطح الأرض.

أما للـوصول إلى مـدار معين حول الأرض فتكفي سرعـة متوسطـة تقع بين السرعة المدارية الأولى وسرعة الإفلات، ويتحـدد شكل المدار بالسرعة الأفقية التي تعطى له بعد وصوله إلى الارتفاع المطلوب.

فإذا أعطـي الجسم سرعـة أكبر من السرعة المداريـة الأولى لكنها أقـل من سرعة الإفـلات يظل تحت تأثير الجاذبيـة الأرضية لكنـه يتخذ مسارا بيضـاويا يعرف رياضيا بالقطع الناقص. أما إذا كانت السرعة أقل ٧,٨ كيلومتر، وهي الحد الأدنى للبقـاء في المدار، في الثانيـة فسوف يكـون الإطلاق «تحت مـداري Suborbital» وسوف يسقط الجسم إلى الأرض بعد فترة معينة.

## العناصر الأساسية للمهمة الفضائية

يمكننا أن نحدد العناصر الأساسية للمهمة الفضائية بأنها:

مدار يمكن منه تحقيق مهمة معينة . . .

ومركبة تستطيع تحقيق المهمة المطلوبة . . .

وقاذف يستطيع حمل المركبة إلى مدارها أو خارج مجال الجاذبية.

فبناء على طبيعة المهمة والمطلوب منها يتم تحديد المدار المطلوب إرسال القمر الصناعي أو المركبة الفضائية إليه.

وبناء على متطلبات المهمة يتم تصميم مركبة تستطيع الوفاء بهذه المتطلبات سواء كانت تصويرا من الفضاء أو إجراء بعض التجارب العلمية أو حمل رواد فضاء إلى القمر أو النزول دون رواد على المريخ.

وبناء على وزن المركبة وارتفاع المدار تتحدد قدرة القاذف الموكل إليه حملها ووضعها في مدارها حول الأرض أو الخروج بها من جاذبية الأرض كلية إلى القمر أو أحد كواكب المجموعة الشمسية، أو حتى تخرج تماما إلى الكون الفسيح.

## المركبات الفضائية وأنواع المهام

وتنقسم المركبات الفضائية إلى خمسة أنواع حسب طبيعة المهام التي تسند إليها، وهي الأقمار الصناعية والمسابر الفضائية والمركبات المأهولة وغير المأهولة ومحطات الفضاء.

١- **الأقمار الصناعية Satellites**، وهي مركبات تدور حول الأرض على ارتفاع يتراوح بين ١٠٠ ميل وعدة آلاف من الأميال، وتؤدي مهام معينة متصلة عادة بكوكب الأرض كالاستطلاع والاتصال وقد أطلق منها منذ بدء عصر الفضاء عدة آلاف(١٧).

٢- المسبرات الفضائية غير المأهولة **unmanned space probes**، وهي مركبات فضائية تترك جاذبية الأرض تماما وتسافر إلى القمر وعبر الكواكب لإجراء تجارب علمية والحصول على قياسات معينة.

٣- المركبات المأهولة **manned space vehicles**، ومهامها هي أكثر المهام صعوبة وتعقيدا وتمثل ذروة التقنية في صناعة الفضاء، وأهم هذه المركبات هي أبوللو وسويوز ومكوك الفضاء.

٤- المركبات غير المأهولة، وهي مركبات يناط بها أداء مهام معينة قد تشكل خطورة على الإنسان أو لا يستطيع القيام بها، مثل النزول على المريخ، ومن أمثلتها المركبة فايكنج الأمريكية التي نزلت على سطح المريخ.

٥- محطات الفضاء **space stations** وتمثل محاولة الإنسان استيطان الفضاء، وأهمها محطات الفضاء ساليوت ومير وسكاي لاب وألفا.

## المدارات واستخداماتها

المدار هو مسار القمر الصناعي حول كوكب الأرض، ولذلك فعندما نتحدث عن استخدامات المدارات المختلفة فإننا نتكلم عن مهام متعلقة بكوكب الأرض يؤديها القمر الصناعي من المدار، ويتوقف ارتفاع المدار أو بعده عن الأرض على طبيعة المهمة والسرعة التي يراد أن يدور بها القمر حول الأرض.

وكلما كان المدار قريبا من الأرض كانت سرعة القمر أكبر كما هو واضح من معادلة السرعة المدارية التي سبق ذكرها، فأقمار الاستطلاع القريبة من الأرض سريعة جدا ولذلك لا تمكث طويلا فوق النقطة المراد تصويرها. وهناك أقمار تمكث عدة ساعات فوق المنطقة المراد رصدها وأخرى تدور مع دوران الأرض، ولذلك تعتبر ساكنة فوق المنطقة التي تطلق فوقها، وهذه هي أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني.

وهناك عموما ثلاثة أنواع من المدارات حول الأرض تطلق إليها الأقمار الصناعية لأداء مهامها المختلفة، وهي:

## المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit

وهو مدار قريب من الأرض ويكون ارتفاعه في حدود مائتين إلى ثلاثمائة كيلومتر، وتوضع فيه الأقمار الصناعية بغرض الرصد والاستطلاع والمسح الفضائي لمنطقة معينة، ويغطي مساره تلك المنطقة أساسا، ويحتاج إلى قاذف ذي قوة محددة نسبيا، وهذا هو السر في أن جميع برامج الفضاء تبدأ بأقمار من هذا النوع.

وقد يكون المدار المنخفض دائريا وفي هذه الحالة يظل بعده عن الأرض ثابتا، أو بيضاويا وفي هذه الحالة يعرّف المدار بأدنى وأقصى ارتفاع له عن الأرض.

ويحدد ارتفاع المدار مدى دقة التصوير أو المسح الذي يقوم به القمر، ولذلك فقد يكون من المطلوب أن يكون المدار بيضاويا ليقوم القمر بنوعين من المسح والتصوير الفضائي: تفصيلي من مسافة قريبة، وشامل أو بانورامي عندما يكون القمر في القطاع البعيد من المدار، ويطلق على أقصى ارتفاع اسم «الأوج» وأقل ارتفاع اسم «الحضيض».

ومن أمثلة المدار الأرضي المنخفض المدار الذي أطلقت إليه إسرائيل أقمارها الصناعية «أفق ـ ١» و«أفق ـ ٢» وقمرها الاستطلاعي الأخير «أفق ـ ٣». وقد أطلقت إسرائيل القمر الصناعي «أفق ـ ٣» في ٥ أبريل ١٩٩٥ إلى مدار بيضاوي يتراوح ارتفاعه بين ٢٥٠ كيلومترا في أدنى نقطة و٧٠٠ كيلومتر في أقصاها، ويقوم بدورة كاملة حول الأرض كل ٩٠ دقيقة.

ويتحدد موقع المدار أو «ميله» بالمنطقة التي يراد من القمر تغطيتها، فقد يكون المدار في مستوى خط الاستواء، لكنك لو أردت تصوير فرنسا مثلا من قمر في هذا المدار فإن أجهزة التصوير لابد أن تكون مائلة إلى

الشمال بزاوية كبيرة، كما أن القمر لابد أن يكون على ارتفاع كبير، والأفضل أن يمـر القمر في هـذه الحال فـوق فـرنسا مباشرة. ولـذلـك يطلق القمـر المخصـص لمثـل هـذا الغرض في مـدار مـائل على خـط الاستـواء، أي أن مستوى الدائرة التـي يقع فيها المدار مائل على مستوى الـدائرة الاستوائية. وفي هـذه الحال يغطي القمـر المنـاطـق التي تقـع تحتـه خـلال دورانه مـع ملاحظة أن الأرض نفسها تدور حول محورها.

وقد يزيـد ميل المدار حتى يصبح عموديا على دائرة خـط الاستواء وفي هذه الحال يكون مدارا قطبيا.

## المدار القطبي Polar Orbit

وهو مدار متوسط الارتفاع حول الأرض، وتوضع فيه الأقمار المستخدمة للاستشعـار والمسح الفضـائي للكرة الأرضية بـأكملها، ويـدور القمر في المدار القطبي من الجنوب إلى الشمال، بينما تدور الأرض تحته من الغرب إلى الشرق. ولذلـك يتميز القمر الـذي يدور في مـدار قطبي بأنـه يستطيع أن يرصد كـل نقطة على سطح الكرة الأرضية في وقت مـا. ويبلغ ارتفاع المدار القطبـي المستخـدم لقمـر الاستشعـار الفـرنسي «سبـوت» ٨٢٥ كيلـومترا ويستكمل رصـد الكرة الأرضية بأكملهـا في ٢٦ يوما ويبلغ عـرض شريط الرصد له نحو مائة وثمانية كيلومترات.

ويحتاج القمر الصنـاعي إلى قاذف متوسـط القوة لوضعه في مـدار قطبي، ولذلك يمثل عادة المرحلة الثانية في تطور برامج الفضاء.

## مدار الثبات الجغرافي Geostationary Orbit

إذا أطلق قمر صنـاعي إلى مدار على ارتفاع ٢٢ ألـف ميل في مستوى دائرة الاستواء فإن السرعة اللازمة للاحتفـاظ به في هذ المدار تعادل تماما سرعة دوران

الأرض حول محورها. ومن هنا فإن قمرا يطلق إلى هذا المدار وبهذه السرعة يبدو ثابتا أو معلقا فوق بقعة معينة من الأرض، والحقيقة أنه يدور مع الكرة الأرضية بسرعتها نفسها.

ويستغل هذا المدار في أغراض الاتصال والأرصاد الجوية والبث التليفزيوني والتي تتطلب بقاء القمر ثابتا فوق منطقة معينة من الكرة الأرضية، ويعتبر القمر في هذه الحال وكأنه برج اتصالات عال جدا فوق تلك النقطة.

وفي عام ١٩٤٥ نشر البريطاني آرثر كلارك بحثا تنبأ فيه بإمكانية تغطية الكرة الأرضية كلها بشبكة اتصالات عن طريق ثلاثة أقمار صناعية تطلق على ارتفاع ٢٢ ألف ميل فوق خط الاستواء بحيث يغطي كل منها ثلث الكرة الأرضية، ولذلك سمي هذا المدار «مدار كلارك»، كما يعرف أيضا بمدار الثبات الجغرافي أو المدار الثابت فقط.

ونظرا لبعد مدار الثبات الجغرافي، فإنه يتطلب قاذفات قوية جدا لحمل أقمار صناعية إليه، ولذلك يعتبر المرحلة الثالثة في برامج الدول الفضائية.

وحاليا توجد خمس دول فقط تملك قاذفات تصل بأقمار كبيرة إلى المدار الثابت، وهي روسيا والولايات المتحدة وفرنسا (أوروبا) والصين واليابان. وتطور الهند برنامجا لإطلاق قمر إلى المدار الثابت بعد وصولها في نهاية عام ١٩٩٤ إلى إطلاق قمر إلى المدار القطبي.

وليس من الضروري أن تملك الدولة قاذفا من هذا الحجم لتمضي قدما في برامجها لوضع أقمار صناعية لأغراض الاتصالات أو الرصد الجوي، فهناك عدد كبير من القاذفات التي يمكن استئجارها لتحمل قمرا من هذا النوع إلى المدار الجغرافي الثابت، وأشهر هذه القاذفات المتاحة للإيجار القاذف الأوروبي «إريان ـ ٤» والقاذف الصيني «المسيرة الطويلة CZ-4» ومكوك الفضاء الأمريكي.

## تأثير الغلاف الجوي في حركة الأقمار

كلما كان المدار أكثر قربا من الأرض زاد تـأثير مقاومة الغلاف الجوي فيه. والمفروض نظريـا أن القمر الصناعي يدور في فـراغ، لكن الحقيقة أن المدارات الفعلية تكون في المنطقة الرقيقة نسبيـا من الغلاف الجوي، أي على ارتفاع أكثر من مائة كيلومتر تقـريبا، وعند هذا الارتفاع تقل كثـافة الغلاف الجوي بحيث لا تمثل مقاومة الهواء عائقا كبيرا لحركة القمر، ولكن الغلاف الجوي نفسه يمتد إلى ارتفـاع نحو خمسـة آلاف كيلو متر. وعلى الارتفـاعات المنخفضـة (١٠٠ ـ ٢٠٠ كيلو متر) يقـابل القمـر الصناعي مقـاومة تـؤثر مع الـوقت في حـركته، ولذلك تبطىء سرعته بشكل غير محسوس حتى تصبح أقل من السرعة اللازمة لحفظه في المدار، وعندئذ يـدخل منطقة الغلاف الجوي الكثيـف ويسقط على الأرض وعادة ما يحترق خلال هبوطه.

ولذلك فـإن هناك عمرا افتراضيا معينـا للقمر الصناعي يقـدر بالمدة التي يقضيها قبل أن يسقط إلى داخـل الغلاف الجوي، وتتراوح هذه المدة بين بضع ساعـات وعدة شهور، وعلى سبيل المثـال يقدر أن القمر الصنـاعي الإسرائيلي «أفق ـ ٣» سوف يظل في مداره لمدة عام، بينما ظلت الأقمار التجريبية السابقة له تدور في المدار مدة ستة شهور.

وهذا هـو أحد الأسباب في كثرة عـدد الإطلاقات العسكـرية، إذ إن أقمار التجسس تطلـق لاستكشاف منطقة معينة عـن قرب بالمرور فوقهـا على ارتفاع منخفـض، ولذلـك يكون عمـر قمر التجسـس قصيرا، وهذا مـا يتلاءم مـع طبيعة المهـام العسكريـة التي تكـون عادة لفترات قصيرة مثـل مدة أزمـة ما أو اشتباك عسكري معين.

## قاذفات الإطلاق

قاذفات الإطلاق Launch Boosters، هي تلك الصواريخ العملاقة التي تحمل الأقمار الصناعية إلى مداراتها كما تحمل المسابر الكونية إلى خارج

مجال الجاذبية الأرضية. وهذه الصواريخ هي أهم حلقة في أي برنامج فضائي، والواقع أن القدرة الفضائية لدولة ما تقاس، في المقام الأول، بمدى تقدمها في صناعة قاذفات الإطلاق وليس في صناعة الأقمار الصناعية ذاتها.

ويقصد بقاذفة الإطلاق أو مركبة الإطلاق Launch Vehicle تلك المنظومة من الصواريخ المركبة معا في نظام واحد لتحمل جسما إلى الفضاء الخارجي، وقد تكون هذه المركبة ذات مرحلة واحدة أو أكثر، وقد تشمل صواريخ ذات وقود سائل أو أخرى صلبة. ورغم أن قاذفة الإطلاق قد تتكون من صاروخ واحد ضخم، فإنه في معظم الأحوال تشمل المركبة صاروخا ضخما أساسيا قد يتكون من أكثر من مرحلة، ويحزم إليه عدد من الصواريخ الأخرى Booster Rockets والتي يتم احتراقها في مراحل متتالية.

ولا شك في أن خروج الإنسان للفضاء مدين بشكل حاسم إلى التطور الذي حدث في قدرات الصواريخ العملاقة. وهناك نوعان من الصواريخ القاذفة أولهما الصواريخ التي تستعمل الوقود الصلب، وهو نوع من المسحوق القابل للاحتراق ويصب في أشكال وخلطات معينة تتيح له الاحتراق بمعدلات محسوبة.

والنوع الثاني هو الصواريخ ذات الوقود السائل، وتقنية الصواريخ ذات الوقود السائل أحدث وأعقد من الصواريخ ذات الوقود الصلب كما أنها تعطي قوة دفع أكبر. وتتوقف قوة دفع القاذف المطلوب استخدامه على طبيعة المهمة المنوط به إنجازها وهل مطلوب أن يصل إلى مدار معين حول الأرض أو أن يخرج تماما من جاذبية الأرض وينطلق إلى الفضاء الفسيح. وكما رأينا فإن سرعة الإفلات تزيد بنحو ٤٠٪ على السرعة المدارية، ولذلك تتطلب المهام الفضائية صواريخ أكبر من تلك التي تستخدم للمهام المدارية.

كما تتوقف قدرة القاذف المطلوب على ارتفاع المدار المراد حمل المركبة إليه،

وعلى وزن الحمولة المطلوب منه رفعها. ومن هنا نرى التفاوت الكبير في قدرات القاذفات التي تستخدم في الإطلاقات المختلفة.

ويمكن قياس قوة القاذف بمقدار الحمولة التي يستطيع رفعها إلى مدار أرضي منخفض أي إلى ارتفاع ٢٥٠ كيلومترا. فمثلا يستطيع القاذف الصيني CZ-1 (أو المسيرة الطويلة ـ ١) وهو الصاروخ الذي دخلت به الصين عصر الفضاء في ١٩٧٠، وضع قمر وزنه ٣٠٠ كيلوجرام في المدار الأرضي، بينما دخلت الهند عصر الفضاء بحمولة قدرها ٤٠ كيلوجراما فقط.

وللمقارنة، فإن القاذف الذي حمل القمر الصناعي الروسي سبوتنيك ـ ١ في ١٩٥٧ كان صاروخا ضخما يستطيع أن يضع حمولة قدرها ١,٣ طن في مدار أرضي، رغم أن القمر السوفييتي الأول كان يزن ٨٤ كيلوجراما فقط. أما حمولة الصاروخ الإسرائيلي «شافيت» فهي ١٦٠ كيلوجراما، وهو صاروخ ذو ثلاث مراحل تعمل كلها بالوقود الصلب.

وأضخم القاذفات التي تم صنعها على الإطلاق كان القاذف ساترن–٥ الذي حمل المركبة أبوللو-١١ إلى القمر. ويستطيع هذا المارد أن يحمل ١٢٠ طنا إلى مدار أرضي منخفض فيما يستطيع أن يخرج من مجال الجاذبية بحمولة قدرها ٥٠ طنا.

وسوف نفرد فصلا خاصا لأنواع وخصائص القاذفات الموجودة في العالم، كما ستحتل مهمة الصعود إلى القمر مكانا مهما من اهتمامنا، وسنفرد لها بابا مستقلا هو الباب الثالث.

## المركبات المأهولة وتحديات وجود الإنسان في الفضاء

تفرض مهام الفضاء المأهولة تحديات تقنية وعلمية إضافية تتمثل في مشكلات حفظ وتنظيم الحياة للرواد الفضائيين ثم مشكلات إعادتهم سالمين

إلى سطح الكوكب الأم، وتتعلق مسائل حفظ الحياة بتوفير الهواء اللازم للتنفس والطعام والتخلص من الفضلات لرواد الفضاء، بينما تتعلق مسائل دعم وتنظيم الحياة بضمان تكيف وظائف الجسم مع جو الفضاء الخالي من الأكسجين والجاذبية وتوفير النظم والوسائل المساعدة على ذلك.

ويجب تحت هذه الظروف التنبؤ وتدبير طريقة الحياة تحت كل فرض ممكن في الحياة اليومية والأخذ في الاعتبار كل التفاصيل الصغيرة. وتحت هذه الظروف يكون الملل والشعور بالوحدة مثلا عاملين شديدي الأهمية، كما أن تنظيم مواعيد النوم حيث لا نهار ولا ليل قد يكون له تأثير بالغ في أداء رواد الفضاء مهامهم المعقدة.

ومن المشكلات التي يجب أخذها في الاعتبار مسألة التخلص من الفضلات، ويتم ذلك عادة عن طريق إعادة استخدام Recycling(١٨) هذه الفضلات. ولا يمكن بطبيعة الحال التخلص من هذه الفضلات بإلقائها في الفضاء الفسيح، حتى لو تغاضينا مؤقتا عن القيم الجمالية في الموضوع، فإن هناك صعوبات فنية في هذا الأمر أهمها أن الفضلات الملقاة خارج المركبة في غياب الجاذبية سوف تصاحب المركبة في دورانها، وسيكون من الصعب التخلص من هذا المنظر غير السار إلا لو أعطينا تلك الفضلات قوة دفع ذاتية أو بمعنى آخر جعلناها هي نفسها مركبة فضاء أخرى.

ومن الطريف هنا أن نروي القصة الحقيقية التالية والتي رواها المحرر العلمي لمجلة المصور القاهرية عن رواية شخصية للملاح الفضائي يوري رومانينكو(١٩) والذي قضى شهورا طويلة على متن محطة الفضاء المدارية ساليوت. فقد لاحظ هو وزميله خلال تحليقهما حين كانا يطلان من نافذة محطتهما طبقا طائرا يلاحق المحطة، فأسقط في أيديهما، وحين أبلغا محطة المتابعة الأرضية أسقط في يدها هي الأخرى ولم تجد ما تنصحهما به إلا متابعة الموقف.

وتفاقم الأمر بعد أيام إذ أصبح الطبق الطائر طبقين.. لكن لم تمر أيام

أخرى حتى كاد الجميع يموتون، ولكن من الضحك هذه المرة، فعلى متن محطة الفضاء المدارية أكياس معدنية للقمامة يجمع فيها الملاحون بقايا المحطة ليلقوا بها إلى الفضاء كل بضعة أيام، ولم يكن الطبقان الأول والثاني إلا بعض هذه الأكياس التي اتخذت أشكالا غريبة وهي تدور وراء المحطة بعد إلقائها، وأخذت تبرق مصدرة إشعاعات غريبة عند تعرضها لضوء الشمس.

أما أداء الوظائف البيولوجية الطبيعية فيمثل صعوبة حقيقية، لأن الجسم البشري مكيف لأداء هذه الوظائف الطبيعية في جو الجاذبية. ويتطلب الأمر تصميم أجهزة خاصة لضمان أداء هذه الوظائف الطبيعية بيسر ودون نتائج غير مرغوب فيها. إن القارئ للوهلة الأولى قد يجد هذا الاهتمام بالتخلص من الفضلات مبالغا فيه، ولكن هذه بالضبط هي النقطة التي نريد الإشارة إليها هنا. إن ما يبدو روتينيا وبسيطا إلى أقصى درجة على الأرض قد يمثل مشكلة تحتاج إلى تقنيات خاصة في الفضاء، وقد يعطي هذا معنى أعمق للتعبير الشائع «إنه عالم آخر..».

وتأتي بعد ذلك مشكلة حماية الرواد من الأشعة الكونية، وحماية المركبة من درجات الحرارة الشديدة التي تتعرض لها عند العودة والاحتكاك مع الغلاف الجوي للأرض، ولهذا الغرض تغطى مركبة العودة بمواد حرارية عازلة، وهذه المواد نفسها استخدمت بعد ذلك في تطبيقات مدنية متعددة.

وعلى كل حال فلعل هذه العجالة قد ألقت الضوء على بعض المشكلات التي كان يتعين التفكير فيها وحلها قبل إرسال ملاحي الفضاء إلى عالم جديد ومجهول تماما.

# الفصل الثالث

# ماذا كسب الإنسان باقتحام الفضاء؟

لا شك في أنه رغم كل الإبهار الذي يحيط بكل نبأ تحمله وكالات الأنباء عن نشاط ما في الفضاء، فإن السؤال يظل يتردد خافتا في الذهن: هل تبرر إنجازات الفضاء الإنفاق الهائل الذي أنفق عليها؟ وماذا حققت للجنس البشري؟ أم أن الأمر كله كان استعراضا للقوة التقنية والعسكرية متخفية في زي أهداف نبيلة وإنجازات حضارية تنعم بها البشرية كلها؟

لا شك في أن إجابة وافية عن هذا السؤال لا يتوقع أن تكون سهلة ولا بسيطة. فإن ارتباط صناعة الفضاء بالمؤسسات العسكرية في كل من الدولتين اللتين نشأت عندهما هذه الصناعة وتشكلت ملامحها الأولى أمر لا يمكن إنكاره، وإن كان هذا الارتباط قد خفت شدته في السنوات الأخيرة وظهرت إلى الوجود أنشطة فضائية مستقلة تماما عن المؤسسات العسكرية وبأهداف تجارية بحتة. كما أن طبيعة نشأة صناعات الفضاء في الجيل الثاني من الدول الفضائية كانت طبيعة مختلفة لا تحمل فوق كاهلها أوزار وهواجس النشأة الأولى.

على أنه إذا كان من الممكن، بصرف النظر عن نشأة صناعة الفضاء، أن نقدم حكما عاما على إنجازات هذا المجال، فإنه يبدو أن هذا الحكم لا يمكنه أن يغفل العائد الإيجابي الكبير الذي حققته هذه الصناعة في خدمة الإنسانية على مدى مايقرب من أربعين عاما.

والحقيقة أن النتائج التي خرج بها العالم من غزو الفضاء تختلف إلى حد بعيد عن الأهداف التي دخل بها إلى هذا السباق. فقد دخل طرفا السباق إلى هذا المجال وكل منهما يأمل أن يتخذ من الفضاء منصة للسيطرة العسكرية عن

طريق محطات الفضاء الدائمة، وثبت أن هذا الفرض عالي التكلفة جدا وغير عملي بالتقنية المتاحة.

ودخل طرفا السباق وهما يأملان أن يستطيع من يصل منهما إلى القمر أو المريخ أولا أن يسيطرعلى ثرواته الطبيعية إن وجدت، ولم يعد أحدهما من تراب القمر أو المريخ إلا بحفنات صغيرة نفت كثيرا من الفروض السائدة ولكنها لم تحقق مصادر للثروة الطبيعية لأي من الأطراف، وكانت النتيجة الأكثر طرافة وغرابة أن الإنجاز الحقيقي في مجال الثروات الطبيعية كان هنا على كوكبنا الأم: «الأرض». ومن هنا أصبحت مغامرة الفضاء بصورة ما في الحقيقة مغامرة علمية لاكتشاف كوكبنا الأرض، على الأقل في جزء كبير منها، فقد مكنت الأقمار الصناعية العلماء من مسح سطح الأرض وما تحته بشكل تفصيلي يحدد مواقع تركز الثروات الطبيعية من معادن وبترول ومناجم وغيرها.

ولعله من المفيد والمثير معا أن نستعيد الأهداف التي كان المسؤولون عن برامج الفضاء يضعونها أمامهم عند التخطيط لبرامج الفضاء. كتب برينرد هولمز الذي كان مديرا للبرنامج الأمريكي لغزو الفضاء في الستينيات يقول[١٩]:

«لابد لنا أن نعترف بأهمية الطيران في الفضاء الذي يضيف بعدا جديدا إلى الدراسة العلمية للأرض والقمر والمجموعة الشمسية وما دون ذلك من النجوم. فكل زيادة في قدرتنا على إطلاق سفن الفضاء التي لا تحمل إنسانا والسفن التي تحمل إنسانا، تقابلها زيادة في قدرتنا على تفهم غوامض الطبيعة: ما أصل الأرض مثلا؟ فقد يقدم لنا القمر الجواب عن هذا التساؤل، هل توجد حياة تشبه نوع الحياة على الأرض في أي مكان آخر في المجموعة الشمسية، أو فيما هو أبعد من ذلك؟ لا شك في أن كشف الفضاء سيساعد على الكشف عن حقيقة هذا الأمر». ويمضي هولمز فيقول:

«كما أن في الإمكان أن نتوقع بعض الفوائد العملية والمباشرة التي ستعود علينا من برنامج الفضاء، ففي إمكاننا إدخال التحسينات على الأرصاد والتنبؤات الجوية

باستخدام الأقمار الصناعية التي تمسح الجو بمختلف ظروفه لترسل البيانات عنه إلى الأرض في صورة إشارات لاسلكية، ويمكننا أن نزيد كثيرا في مدى القنوات المستخدمة في الراديو، والتليفون والبيانات الإلكترونية، والإذاعات التليفزيونية على المساحات الشاسعة التي تشغلها القارات والمحيطات، وذلك باستخدام الأقمار الصناعية في محطات للفضاء تعيد إرسال الإشارات. كما نستطيع زيادة درجة الدقة والأمان للملاحة البحرية والجوية».

والعبارة التالية لمستر جيمس ريب[٢٠] تتسم بطابع أكثر من العمومية والتفاؤل أيضا. يقول المستر «ريب» الذي كان مسؤولا عن المراحل الأولى للبرنامج الفضائي الأمريكي أيضا في معرض تحليله الاستخدامات السلمية للفضاء:

«من المستحيل، كما هي الحال دائما، أن نتنبأ حول المجال الذي تستخدم فيه المعرفة العلمية. إلا أن التاريخ أوضح لنا أكثر من مرة أن نتائج الدراسات في العلوم الأساسية تستخدم في الوقت المناسب لرفاهية البشر. إن الحافز والمعرفة، اللذين يتطوران بماضينا في تنفيذ برامجنا العريقة لدراسة الفضاء سيعودان علينا بكسب في صورة منتجات جديدة وطرق مستحدثة عظيمة الأهمية للصناعة والمهن والحياة اليومية».

وإذا أردنا أن نحلل هاتين المقولتين في ضوء استفادتنا من مضي الزمن وظهور نتائج غزو الإنسان للفضاء فإننا نجد أنها ركزت على مجالين: مجال اتساع نطاق فهم الإنسان ومعرفته بعالمه، ومجال استفادته في تطبيقات عملية مباشرة.

وفي مجال زيادة معرفة الإنسان بالكون لم تثمر جهود الإنسان في البحث عن مثيل له في المجموعة الشمسية أو خارجها، بل لم تظهر أي علامات على وجود أي شكل من أشكال الحياة خارج كوكب الأرض حتى الآن. وبينما لا يمكن اعتبار هذه النتيجة حكما قاطعا بعدم وجود حياة خارج الأرض على الإطلاق، فإن المؤكد أن الإنسان خرج بتجارب الفضاء عن نطاق وضع النظريات والفروض والتفلسف حولها إلى مجال إجراء التجارب واختيار

الفروض، بل أمكن له، لأول مرة، أن يحصل على أحجار من القمر وعينات من تربة المريخ ومن جو الزهرة ويجري عليها ما شاء من التجارب.

لكن النتائج الإيجابية جاءت على وجه العموم فيما يختص بفهم الإنسان لكوكب الأرض. فباعتبار الأقمار الصناعية منصات رصد عالية جدا أمكن للإنسان مراقبة كوكبه بشكل أكثر كفاءة.

ففي مجال مسح الموارد يتم الآن بشكل دوري تقدير المحاصيل بوساطة الأقمار الصناعية ومراقبة التصحر وتآكل الغابات ومتابعة الآفات الزراعية. ويستخدم المسح الفضائي أيضا في تخطيط المدن ومتابعة نمو المناطق العشوائية وتخطيط مشروعات الري والطرق، وأصبح الرصد الجوي بالأقمار الصناعية من الأمور اليومية في نشرات الأخبار، كما يمكن بوساطة هذه الأقمار متابعة حركة الأعاصير والزوابع والتحذير منها بما يكفل وقتا كافيا لتجنب أخطارها.

ومن المجالات التي حققت فيها الأقمار الصناعية نتائج باهرة مجال الاتصالات التليفونية، ونعلم الآن أنه من الممكن أن يتصل ركاب الطائرات بذويهم على الأرض في أي مكان. وفي مجال البث المباشر أصبح العالم كله قرية واحدة مفتوحة حيث يمكن عن طريق هوائيات صغيرة الحجم تلقي برامج التليفزيون من عشرات الأقمار المنتشرة في الفضاء والتي تتلقى برامجها من دول متعددة ثم تعاود إرسالها إلى الأرض.

وفي مجال العلوم والتكنولوجيا ساهمت أبحاث الفضاء في إعطاء مجالي الحاسبات والتحكم الآلي دفعات كبيرة، حيث إن هذه التقنيات كانت من التقنيات الحاكمة في نجاح برامج الفضاء. ولما كان من المهم جدا تقليل أحمال سفن الفضاء إلى أقصى حد، فقد اتجهت الأبحاث العلمية إلى تصغير أحجام الأجهزة والمعدات وظهرت نتيجة لذلك أجهزة إلكترونية وميكانيكية غاية في الصغر وخفة الوزن. كما ظهرت مواد «فضائية» جديدة تتمتع بخصائص المعادن المختلفة غير أنها تصل إلى ثلث وزنها، وأصبح من الممكن تصنيع مواد

بخصائص محددة حسب الطلب، ووجدت هـذه المواد طريقها إلى الاستخدام التجاري في السيارات وغيرها.

وهذا مثـال جيد على انتقال تطبيقـات علوم الفضـاء إلى الاستعمال الحياتي اليومي. فقد أدت بحوث الفضـاء في مجال المواد الحرارية إلى إنتاج أواني الطبخ الخزفية الحراريـة غير القابلة للكسر، حتـى لو أخرجـت من الثلاجـة إلى الفرن مبـــاشرة[٢١]. ويرجـع السبب في اختراعهـا إلى الحاجة إلى صنـع المقدمـة المخروطيـة للقذيفة مـن مادة تتحمـل الانتقال من درجـات الحرارة الباردة إلى درجات الحرارة العالية عند اختراق جو الأرض.

ونستطيع الآن أن نلخص في عجالة المجالات التي قدم فيها غزو الفضاء نتائج إيجابية للعـالم والجنس البشري ككـل والتي بدا استغـلالها فعالاً وإن كـان لا يزال بعيـدا عن الـوصول فيهـا إلى غـايته، على أن نعـود إلى الحديث التفصيلي عنهـا في الفصول المخصصة لذلك من الكتاب. ويجدر بنا هنا أن نفرق بين أمرين، الأول: إتاحة الخدمـة أو التطبيق، والأمر الثاني هـو الاستفادة العملية منه لـدى شعب أو دولة أو في منطقة معينة، ذلك أن الأخيرة ترتبط أكثر بتوافر الهياكل الإدارية الكفؤة والكوادر الفنية المدربة وفي أحيان كثيرة الإرادة السياسية الواعية.

وهذه المجالات هي:

**١ - الاستكشافات الكونية**

١-١ استكشاف القمر.

١-٢ استكشاف المجموعة الشمسية.

١-٣ استكشاف الكون خارج المجموعة الشمسية.

**٢- الاتصالات**

**٣- البث الإذاعي والتليفزيوني**

٣-١ الإعلام والتوعية.

٣-٢ التعليم ومحو الأمية والتعليم المتصل.

٣-٣ البرامج التليفزيونية .

**٤- الاستشعار عن بعد**

٤-١ التنبؤ بالمحاصيل ومراقبة الآفات الزراعية .

٤-٢ التنبؤ بالموارد المائية .

٤-٣ مراقبة التصحر .

٤-٤ حصر الموارد الطبيعية .

٤-٥ مراقبة حرائق الغابات .

٤-٦ استكشاف المناطق الأثرية .

٤-٧ تخطيط المدن .

**٥- الأرصاد الجوية**

**٦- الملاحة الجوية والبحرية**

**٧- طب الفضاء**

**٨- علوم المواد**

**٩- تجارب الجاذبية الضئيلة**

**١٠- الاستخدامات العسكرية**

## غزو الفضاء كاستثمار للإنسانية

جاء في كتاب «مقدمة للفضاء الخارجي» الذي أصدره البيت الأبيض في أوائل ١٩٥٨ :

«لم يكن البحث العلمي، أو أي كشف آخر، في يوم من الأيام يكلف مقدما بتقديم حساب دقيق عن تكاليفه . ولكن إذا كنا قد تعلمنا درسا واحدا فهو أن للبحث والكشف طريقة غريبة لرد التكاليف بجانب حقيقة أنهما يثبتان أن الإنسان يقظ، ويتصف بالشراهة في حب الاستطلاع . وهنا نحن

جميعا نحس بالسعادة عندما ندرك ما بلغه العلماء والمكتشفون فيما يتعلق بالكون الذي نعيش فيه»[٢٢].

إن كتابا يصدره البيت الأبيض بطبيعة الحال يمكن أن يؤخذ باعتباره نوعا من العلاقات العامة، وفي عام ١٩٥٨ كان البيت الأبيض محتاجا إلى حشد التأييد خلف برنامج الفضاء، غير أن النتائج الفعلية التي حققها برنامج غزو الفضاء على «أرض» الواقع كان أفضل مما قد توحي به الفقرات السابقة رغم نبرتها المتفائلة. لقد حقق برنامج الفضاء عائدا ملموسا ليس فقط في إشباع شراهة الإنسان للمعرفة، ولكن في مجالات أخرى لها عائد مباشر وطويل المدى يلمس عددا كبيرا من جوانب حياة الإنسان ورفاهيته.

إن البحث العلمي لم يكن أبدا أمرا مجردا منفصلا عن ظروف المجتمع أو يجري في فراغ، فإن الإنفاق العلمي الكبير -في أي دولة- يتطلب دعما سياسيا من الجماهير ومن ممثليها والمعبرين عن آرائها، وبينما يمكن أن توجه دولة كبيرة جزءا من مواردها لهدف تقني أو هندسي كبير لفترة محدودة، فإنه تأتي لحظة لابد أن يقدم فيها كشف حساب عن الإنجازات التي تحققت أو التي يتوقع لها أن تتحقق ليستمر هذا الدعم. وفي هذه النقطة فإن ظهور نتائج غزو الفضاء في مجالات الاستخدام السلمي المختلفة كان مبررا كافيا لاستمرار البرامج بمعدل معقول وإن كان بطبيعة الحال أقل بكثير من فترات أوج السباق وخاصة في العقد السابع من هذا القرن.

إن الصورة العامة لإنجازات مجال الفضاء تشير بالقطع إلى أن هذا الاستثمار العلمي والتقني كان واحدا من أنجح الاستثمارات وأكثرها عائدا، ربما على مر التاريخ، ويمكن مقارنة الاستثمار في غزو الفضاء والآمال المعلقة عليه باستثمار علمي آخر في الطاقة النووية. لقد حظيت الطاقة النووية واستئناس الذرة عموما بجهد علمي وحشد إعلامي وسياسي مشابه لما حدث في حالة غزو الفضاء ومن ثم يمكن عقد المقارنة بينهما. فبينما فشلت الطاقة الذرية -حتى

الآن- في إعطاء العائد الذي كان مأمولا منها، حيث لم تعتمد عليها حتى الآن لتوليد الجزء الأكبر من الطاقة فيها إلا دولة أو دولتان، استطاعت برامج الفضاء أن تستقطب اهتمام الإنسان العادي وأن تحقق له فائدة ملموسة وأن تنشر تطبيقاتها في كل أرجاء العالم، ومع توافر الطاقة النووية إلا أن تكنولوجياتها كبلت بالعديد من القيود البيئية، وشاب نشأتها الكثير من الكبوات مثل حادثة شرنوبيل، ولم يساعدها بالطبع أن تحمل على كاهلها ذكريات مثل هيروشيما.

إننا نستطيع أن نقارن استثمار الفضاء بالمبادرات الجريئة لاكتشاف طرق الملاحة القديمة مثل رأس الرجاء الصالح وخليج ماجلان، واكتشاف العالم الجديد. إن هذه المغامرات الشجاعة تتشابه كلها مع مغامرة اقتحام الفضاء في أن الغرض الذي بدأت به، وإن لم يكن نبيلا كله، لم يخل في جوهره من قدر من النبل والتحدي اللذين كرم الله بهما الإنسان. وإن كانت هذه المبادرات جميعها قد بدأت مختلطة نواياها بطموحات التفوق العسكري والسيطرة الإستراتيجية، فإنها في النهاية كشفت للإنسان عن آفاق لم يكن يحلم بها عندما خرج من موطنه، ليس فقط في الكون الذي خرج إليه، ولكن وربما هو الأهم، داخل نفسه ذاتها.

# هوامش ومراجع الباب الأول

(١) كارل ساجان: عالم فضاء أمريكي معروف اشترك في وضع برنامج رحلة فواياجير إلى كوكب الزهرة. اشتهر بكتاباته العلمية المبسطة والمتمتعة في الوقت نفسه بعمق علمي كبير.

(٢) كارل ساجان: الكون ـ ٢٢. طبع في سلسلة عالم المعرفة -ترجمة نافع أيوب لبّس- رقم ١٧٨، أكتوبر ١٩٩٣.

(٣) باك روجرز وفلاش جوردون شخصيتان من مسلسلات الخيال العلمي تخصصتا في مغامرات الفضاء، سبقتا سوبر مان الذي انتشر في الستينيات.

(٤) جول فيرن Jules Verne أشهر كتاب الخيال العلمي، ولد عام ١٨٢٨ وكتب أكثر من خمسين كتابا وتنبأ بالكثير من اكتشافات القرن العشرين العلمية والتقنية، وحول كثير من أعماله إلى أفلام سينمائية ناجحة. أشهر أعماله: رحلة إلى مركز الأرض، عشرون ألف فرسخ تحت الماء، حول العالم في ثمانين يوما، من الأرض إلى القمر، الجزيرة الغامضة. ، توفى سنة ١٩٠٥.

(٥) موعد في السماء: تأليف سول ليفين ـ ترجمة د. عزيز فريصة ـ دار النشر للجامعات المصرية ـ القاهرة ١٩٦٣.

(٦) مجلة سندباد، مجلة للصبية والفتيات صدرت عن دار المعارف المصرية في الفترة من ١٩٥٢ ـ ١٩٥٥، أصدرها الأستاذ محمد سعيد العريان. كانت مجلة ترفيهية تربوية على مستوى رفيع، وأعادت دار المعارف إصدار بعض أعدادها القديمة مع مجلة أكتوبر في عامي ١٩٩٢ و١٩٩٣ مما يدل على قيمتها الأدبية والتربوية.

(٧) «ساحر أوز» فيلم خيالي موسيقي كلاسيكي من نوع الفانتازيا أنتجته مترو جولدن ماير عام ١٩٣٩، بطولة الممثلة الأمريكية الشهيرة جودي جارلاند وإخراج المخرج فيكتور فليمنج مخرج «ذهب مع الريح»، تتحدث قصته عن الطفلة دوروثي (جودي جارلاند) التي تذهب إلى أرض «أوز» الخيالية حيث الساحر الرائع الذي يحقق حلمها في العودة إلى المنزل، وكذلك أحلام أصدقائها الثلاثة: الرجل المعدني، والأسد الجبان الذي يبحث عن الشجاعة، وخيال المآته.

(٨) موسوعة كمبردج للفضاء ـ مطبعة جامعة كمبردج ١٩٩٢.

(٩) المرجع السابق.

(١٠) المرجع السابق.

(١١) المرجع السابق.

(١٢) قسطنطين تسيلكوفسكي (١٨٥٧ ـ ١٩٣٥): ولد في ١٧ سبتمبر ١٨٥٧ لأسرة فقيرة ولم يتلق تعليما رسميا كافيا غير أنه تمكن بصبر ودأب من تعليم نفسه الرياضة والفيزياء ـ وضع في ١٨٨٣ نظرية الدفع الصاروخي، وفي ١٩٠٣ نشر بحثا مهما بعنوان «دراسة الفضاء الكوني باستخدام الآلات الرد فعلية» شرح فيه نظريته في الصواريخ ومحركات الوقود السائل. وقد قام تسيلكوفسكي بحساب سرعات الإقلات من الجاذبية الأرضية والوقود اللازم للوصول إلى المدار. ويعتبر أول شخص أثبت بحساباته إمكانية تصميم أقمار صناعية ومركبات فضائية تدور حول الأرض. نشر أكثر من ٦٠٠ بحث علمي في مجالات الفضاء والطيران والفلك وطب الفضاء والفلسفة. توفي في ١٩ سبتمبر ١٩٣٥.

(١٣) هيرمان أوبـرث (١٨٩٤ ـ ١٩٨٩): ولـد في ترانسيلفانيـا (رومانيا)، بـدأ دراسة الطـب ولكن دراسته انقطعت بسبب نشوب الحرب الأولى في أوروبا، وبعد الحرب درس الفيزياء، وفي ١٩٢٢ قدم رسالة الصـواريخ ونشرها في العام التالي في كتاب هو أول مـانشر عن الصواريخ، وفي الفترة من ١٩٢٤ ـ ١٩٣٨ عمل مـدرسا للرياضيات، ومن ١٩٣٨ عمل في معهد لـلأبحاث ثم انتقل إلى ألمانيا حيث كانت نظرياتـه أساسا لتطوير الصاروخ الألماني الشهير V2. التحق بعـد الحرب بفريق فون براون في الولايات المتحدة عـام ١٩٥٥ حيث استمر حتى عام ١٩٥٨، تقاعد في عام ١٩٥٨ وتوفي عام ١٩٨٩.

(١٤) روبـرت جودارد (١٨٨٢ ـــ ١٩٤٥): أمريكـي، ولد في ورشستر بـولايـة ماسـاشوستـس على السـاحـل الشرقي من الـولايات المتحدة الأمـريكية. يعتبر الأب الشرعي لتكنـولوجيا الصـواريخ الحديثة ويرجع إليه الفضل في إطلاق أول صاروخ يعمـل بالوقود السـائل في ١٩٢٦. أطلق اسمه على أحد مراكز الفضاء الكبرى التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا».

(١٥) كبلر: يوهان (١٥٧١ ـ ١٦٣٠) عالم رياضيات ألماني وضع ثلاثة قوانين أساسية لحركة الكواكب في مدارات بيضاوية وهي:

١- أن الكواكب تدور حول الشمس في مدارات بيضاوية تقع الشمس في إحدى بؤرتيها.

٢- أن الخط بين الشمس والكوكب يقطع مساحات متساوية في أزمنة متساوية.

٣- مربع زمن دورة الكوكب يتناسب مع بعده عن الشمس مرفوعا للقوة الثالثة.

(١٦) كوبـرنيكوس: نيكولاس (١٤٧٣ ـــ ١٥٤٣) عالم الفلك البـولندي، وضع النظـام الذي يعتبر الشمس مركز حركـة الكواكب، والذي حل محل نظام بطليموس الذي يعتبر الأرض مـركز حركة الكون.

(١٧) يصل عدد الأقمار الصناعية التي أطلقت حتى عام ١٩٩٥ إلى ثلاثة آلاف وستمائة قمر صناعي في مدارات مختلفة.

(١٨) لم تنفـذ عملية إعـادة التدويـر إلا تجريبيا في معمـل السماء «سكاي لاب» والمتبـع أن توضـع في أكياس وتعالج كيماويا.

(١٩) مجلة المصور القاهرية ـ العدد ٣٦٧٨ ـ ٧ أبريل ١٩٩٥ ـ ٧ ذو القعدة ١٤١٥، والمقال للأستاذ محمد فتحي.

(٢٠) «موعد في السماء: برنامج جيميني للوصول إلى القمر» تأليف سول ليفين ـ ترجمة د. عزيز ميلاد فريصة ـ طباعة دار النشر للجامعات المصرية، القاهرة ١٩٦٣.

(٢١) المرجع السابق ص١١.

(٢٢) المرجع السابق ص١٢.

(٢٣) «تحدى الفضاء» تـأليف مارتين كـايدين تـرجمة د. عزيز ميلاد فـريصة ـ طبـاعة مكتبة غـريب القاهرة ١٩٦٥.

# الباب الثاني

# السباق إلى غزو الفضاء
# الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة

# الفصل الأول

# بزوغ عصر الفضاء

## ١- سبوتنيك

أكتـوبر ١٩٥٧ : كانت الحال هادئة بشكـل عام، فقد بدا أن السيـادة قد استقرت للقوة العالمية الجديدة التي احتلـت مكان الصدارة بعد الحرب العالمية الثانيـة، وبدا أنها قد تمكنـت من محاصرة «الخطر الأحمر» المتمثـل في حليفها في الحرب ومنافسهـا بعدها «الاتحاد السوفييتـي»، كما أنها قد تمكنت مـن تحجيم حلفائها الآخرين بعد حرب السويس. كانت الولايات المتحدة تتمتع بمستوى معيشـة في الداخـل لم تتمتع بـه دولـة على وجه الأرض مـن قبل، وبـدأت في الخارج تعيد رسم العالم على شاكلتها.

كانت صحـف العالم تعكس هذا المناخ الهادئ والمستقـر، والمتفائل أيضا، وكان المناخ يعكس حالة الثقة الزائدة. ولكن هذا لم يكن ليستمر طويلا، فقد استيقظ العـالم في ٤ أكتوبـر ١٩٥٧ على مفـاجأة غيرت كـل الحسابـات وأولها حسابـات الولايـات المتحدة. وكانـت هذه المفاجـأة في صورة كـرة صغيرة من الألمونيوم تدور حول الأرض مطلقة صيحتها المشهـورة والمفهومة بكل اللغات: بيب.. بيب.. بيب.

كان هذا هو سبـوتنيك، أول تابع فضائي لكوكـب الأرض يصنعه الإنسان أو أول قمر صناعي، وكان هذا القمر سوفييتيـا. كان هذا القمر عبارة عن كرة من الألمونيـوم قطرها أكبر قليلا من نصف متر (٥٨سم) وتزن ٨٤ كيلوجراما. وكـان الغرض الـرئيسي من إطـلاقه إثبـات إمكـانية صعـود الإنسان للفضـاء

وإثبات تفوق الاتحاد السوفييتي في هذا المجال. ونجح سبوتنيك في المهمتين نجاحاً كبيراً.

كانت رحلة إطلاق القمر ودورانه حول الأرض والتي استمرت ثلاثة أسابيع عالية الدقة إلى حد مثير للدهشة. وعلى حين كان الأمريكيون يدورون حول أنفسهم في محاولة لفهم هذه المفاجأة الخاطفة ويلقون باللوم على مخابراتهم لفشلها في التنبيه إلى هذا التفوق التكنولوجي الكبير، كان سبوتنيك يدور حول الأرض مرة كل ٩٦دقيقة مطلقا إشارته المشهورة والتي أصبحت علما على بدء عصر الفضاء.

كان الهدف الإساسي من القمر مجرد الخروج للفضاء وإجراء قياسات علمية محدودة، إذ إن مجرد وجوده هو الإثبات الأعظم لإمكانات ساكن هذا الكوكب الضئيل ورسالته إلى بقية الكون. وإنه لإنجاز جدير بأن تملكه وأن تفخر به الإنسانية كلها. حقا لقد بدأ عصر الاستكشافات الكبرى، لقد بدأ عصر الفضاء.

كان إطلاق سبوتنيك مفاجأة هائلة للولايات المتحدة وللعالم، ولكنه لم يكن للسوفييت إلا تتويجا لجهود دؤوبة استمرت سنوات طويلة قبل ذلك. كان الاتحاد السوفييتي قد ألقى بثقله التقني الهائل في مجال الفضاء، وكانت هناك اشارات عديدة ولكن الولايات المتحدة شاءت أن تغفلها.

وقبل أن يفيق الأمريكيون من صدمة التفوق التكنولوجي الكبير للاتحاد السوفييتي كانت هناك مفاجأة أخرى تنتظر. فقبل مضي شهر على الإطلاق الأول وفي ٣نوفمبر ١٩٥٧ ، أطلق الاتحاد السوفييتي سبوتنيك-٢ حاملا أول زائر حيّ من كوكب الأرض إلى الفضاء الخارجي. وكان هذا الزائر هو الكلبة لايكا.

وكان اضطراب الولايات المتحدة واضحاً. . . كما أنهُ لم يكن ممكناً أن تغيب عنها معاني وتداعيات هذين الإنجازين المبهرين. ففي عالم ظنت

الـولايات المتحـدة فيـه أنها قـد أحرزت قصـب السبـق ولمدة طـويلة وأنها قـد حـاصرت خصمها الأول، إذا بهذا الخصـم يخرج مدلـلا على قـدراته العلميـة والتقنية الضخمـة، وبالتبعيـة في جو ما بعـد الحرب العالميـة وما بعـد القنبلة الذرية والهيدروجينية، على قدراته العسكرية.

وفي ٧نوفمبر ١٩٥٧ أصـدر الرئيس أيزنهاور قـرارا بإنشاء اللجنـة العلمية التـابعة للـرئيس لـوضع إستراتيجيـة الـولايات المتحـدة في الفضاء. وتحركـت الولايات المتحدة على مستويين. فعلى المستوى الأول كـانت محاولة تقليل تأثير هذا الحدث في هيبـة أمريكا، وكان هـذا التحرك تقنيا في أدواته، ولكنـه كان إعـلاميا في حقيقتـه. سارعـت الولايـات المتحدة بـإطلاق مـا في جعبتها أيـاً كان.. لمجرد الـرد.. والرد السريع. ولم يكن في جعبتهـا الكثير، فلم يكن في أمريكا في ذلك الوقت برنامج عميق لغزو الفضاء.

ومن المهـم هنا أن نقف قليـلا لنفهم كيـف تدار هذه الصراعـات العلمية والتقنيـة الكبرى التي وإن كـانـت تدور في المعـامـل ومـراكز البحـوث إلا أن نتائجها في الـواقع أكثر حسماً من المعارك العسكـرية. كما أنه يهمنا مـن ناحية أخرى أن ندرس كيـف تدار البرامج العلمية الطموحـة ذات التكلفة الضخمة والحشد العلمي والتقني الهائل.

كان برنامج الفضاء الأمريكي في ذلـك الوقت ضحية لتنافس تقليدي بين ثلاثـة أفرع للقوات المسلحـة هي: الجيش والبحـرية والقوات الجويـة. وكان لكـل فـرع مـن هـذه الأفـرع بـرنـامجه الخاص للخـروج إلى الفضـاء، لعلمائه ومشروعاته وشركاتـه الهندسية. ويهدف هذا النظام الغريـب الذي كان مطبقا في الـولايات المتحـدة، ولا يزال مطبقـا في بعـض المجالات مثـل الطيران، إلى إذكاء التنافس بين الأفرع المختلفة للحصول على أفضل النتائج، وضمان وجود مشروع بـديـل في حـالـة فشـل المشروع الـرئيسي. وفي مجال الفضـاء، نتيجـة للتجربـة التي نتحدث عنها، كما في عـدد من المجالات الأخرى، تـم العدول عن هذا النظام نظراً لما يؤدي إليه من تفتيت الجهد ومضاعفة التكلفة.

كانت هناك منافسة بين ثلاثة برامج لقاذفات الإطلاق، وهي العنصر الرئيسي والحاكم في برامج ارتياد الفضاء. فكلما كان هناك قاذف أقوى أمكن إطلاق أحمال أكبر إلى مدارات أبعد.

فكان هناك برنامج البحرية «فانجارد»... وصاروخ الجيش «ردستون» والذي سمي فيما بعد جوبيتر والبرنامج المتصل به تحت ريادة عالم الفضاء الألماني الأصل فيرنر فون براون...

ثم صاروخ القوات الجوية أطلس...

وقبل عام ١٩٥٧ كان أطلس قد حول إلى صاروخ عابر للقارات، وأعطي لفانجارد الأولوية الأولى.

وكان هذا الصاروخ سيئ الحظ، فقد فشلت عملية إطلاقه عدة مرات، وزاد من سوء الحظ أن تعجل المسؤولين للنتائج جعلهم يذيعون الإطلاق على الهواء دون التأكد من نجاح التجربة.

وعلى مرأى من وكالات الأنباء وكاميرات التليفزيون وبعد حشد إعلامي غير مسبوق جاءت اللحظة التاريخية في ٦ ديسمبر ١٩٥٧. ورأى ملايين الأمريكيين صاروخاً صغيراً رفيعا يرتفع من قاعدته في بطء بضعة أقدام، ثم يبدو وكأنه يغير رأيه ثم ينقلب على عقبيه ويسقط على الأرض منفجرا في كرة من اللهب. وكأنها ليزيد الموقف صعوبة وحرجا يستمر جهاز الإرسال الصغير على متنه في إرسال صيحة رفيعة وكأنه يستغيث إلى أن تقدم إليه أحد الفنيين وأنقذه من مصيره التعس بإسكاته إلى الأبد.

كانت هذه كارثة بكل المقاييس، إلا أن كوارث الفضاء أو أي تكنولوجيا جديدة تحدث بنسبة ما على أي حال ولا بد من توقعها، ولكن الذي زاد من فداحة هذه الكارثة بالذات أنها حدثت على رؤوس الأشهاد وكأنها لتشهد العالم على الفرق بين القدرة السوفييتية والأمريكية في الفضاء في ذلك الوقت.

كان ذلك للولايات المتحدة أكثر مما تحتمل، وكان لابد لها من اللجوء إلى البديل لإنقاذ هيبتها، وكان هذا البدليل هو فيرنر فون براون.

وتمكن فريق فون براون في ٣١يناير١٩٥٨ من إطلاق أول قمر صناعي أمريكي على متن صاروخ من طراز جوبيتر وسمي إكسبلورر-١ (المستكشف). كان المستكشف قمرا صغيرا ذا شكل مخروطي ويزن ١٤كيلوجراما، إلا أن الإنجاز العلمي الذي فاز به كان يفوق حجمه إذ تمكن العلماء من خلال قياساته من إثبات وجود حزامين مغناطيسيين سميا حزامي فان آلن. وهما نطاق متأين من الغلاف الجوي يمتد من ٢١٠٠ كيلو متر حتى ١٩٥٠٠ كيلو متر وكان معروفاً تأثيرهما على الاتصالات اللاسلكية من قبل ولكن لم يتم التأكد من وجودهما تجريبيا إلا عند إطلاق القمر الأمريكي.

وفي ١٧ مارس١٩٥٨ تمكنت الولايات المتحدة أخيراً من إطلاق قمرها الصناعي فانجارد-١. كان هذا قمرا صغيرا في حجم ثمرة جوز الهند بقطر ١٦ سنتيمتراً ويزن ١,٥ كيلوجرام. حمل فانجارد حساسات حرارية وجهازين للإرسال ليمكن القاعدة الأرضية من متابعة مساره. لم يكن هذا القمر بأي مقياس شيئاً كبيراً (على المستويين الفعلي والمعنوي) ولكنه كان كافيا - وضروريا - ليعطي الولايات المتحدة فرصة التقاط الأنفاس وتحديد استراتيجيتها طويلة المدى.

وفي العام نفسه أطلق الاتحاد السوفييتي القمر الثالث في ١٥ مايو ١٩٥٨ من سلسلة سبوتنيك والذي ظل في مداره قرابة العامين، وكان يزن مائة مرة قدر القمر فانجارد (١,٣ طن)، وكان لابد من تحرك أمريكا على المستوى الثاني.

# الفصل الثاني

# السباق إلى القمر

## الولايات المتحدة تتخذ إستراتيجية جديدة . . .
## والاتحاد السوفييتي يبدأ برنامج استكشاف القمر

من الممكن أن تخدع كل الناس بعض الوقت . . ولكن لا يمكن أن تخفي التفوق التكنولوجي عن العالم مدة طويلة . كانت أمريكا تعلم أكثر من غيرها حجم الفجوة التقنية ، ولم يكن ممكنا أن تسمح لها بأن تبقى أو بأن تزيد .

وكانت نقطة البداية هي الطريقة التي يدار بها البحث العلمي في مجال الفضاء والتنافس المدمر بين قطاعات القوات المسلحة الثلاثة . وشهد عام ١٩٥٨ تغييرات مهمة في هذا المجال كان على رأسها إنشاء «الهيئة القومية للطيران والفضاء ـ ناسا» والتابعة مباشرة للرئيس الأمريكي ، وأسند إلى الهيئة الجديدة التنسيق والإشراف على جميع أنشطة الفضاء . كما تقرر بناء قاعدة إطلاق جديدة في كيب كانافيرال بولاية فلوريدا . وعلى الفور بدأت ناسا برنامجا جديدا أطلق عليه «ميركوري» كان الغرض منه إطلاق كبسولة فضاء مأهولة وفي الوقت نفسه بدأت في كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة سلسلة من الإطلاقات المتعلقة باستكشاف القمر.

## البرامج الأولى لاستكشاف القمر

كان من الطبيعي أن يكون القمر هو الهدف الأول لبرامج الفضاء ، فهو ليس قريبا فحسب (٢٥٠,٠٠٠ ميل) ولكنه يحتوي على مفاتيح كثير من الأسرار التي تراكمت على مر عصور من تعلق الإنسان بالقمر ومراقبته

ورصده، كما أنه إذا كان هناك استيطان للفضاء في أي زمن منظور فسوف يكون ذلك على القمر.

وفي الوقت نفسه كانت هناك آمال باستغلال ثروات القمر والعثور في تربته على العناصر النادرة على الأرض، وهاهي الفرصة قد حانت لاختبار كل هذه النظريات والتصورات. فما أشد شوق العلماء إذن للإسراع بالصعود إلى هذا الكوكب الجميل.

كان هناك ثلاثة أنواع من سفن الفضاء يمكن الاستعانة بها لهذه الأغراض:

الكبسولات المأهولة manned space capsules أو غير المأهولة unmanned... و«مسبرات» الفضاء probes وهي كبسولات تمر مرة واحدة بالقرب من جسم سماوي بغرض «سبر» أغوار الفضاء والحصول على المعلومات... ثم سفن الفضاء المأهولة manned space ships وهي التي يتحكم رجل الفضاء في حركتها ومهامها بدرجة ما.

وكان من الطبيعي أن يبدأ الاستكشاف باستخدام المسبرات الأكثر أمنا من حيث إنها غير مأهولة كما أن تكنولوجيا الفضاء لم تكن قد وصلت بعد إلى الثقة الكاملة اللازمة بالمجازفة بإرسال إنسان إلى الفضاء، وإن كانت تسير نحو ذلك الهدف بخطى حثيثة.

وفي العقد الذي تلا سبوتنيك ١٩٥٧-١٩٦٦ بلغ مجموع ما أطلقه الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة فيما بينهما حوالي خمسين مسبرا لاكتشاف القمر. وكانت المسابر الأولى معنية إما بالمرور عن قرب شديد من القمر يسمح لها بالحصول على معلومات ذات قيمة، أو النزول عليه نزولا ارتطامياً ثقيلا hard landing. ويقصد بالنزول «الثقيل» ذلك النزول الذي لا يتطلب تحكما دقيقا، ومن ثم فإن مركبة الفضاء أو المسبر يتحطم عند ارتطامه بسطح القمر، ولذلك يكون الحصول على المعلومات مركزاً في تلك الفترة التي تلي الاقتراب من سطح القمر وتسبق الارتطام به وهي لا تتعدى ثواني قليلة.

أما النزول «اللين» أو «البطيء» soft landing فيتطلب مقدرة تقنية عالية في التحكم في مركبة الفضاء. ويفترض في هذا النوع من المهام أن تصل أجهزة القياس والمجسات المختلفة سالمة لتؤدي مهامها على سطح القمر. ومن الطبيعي أن يتأخر النزول اللين عن النزول الارتطامي الثقيل سنوات عدة إذ لم يتحقق ذلك النوع الأول إلا في عام١٩٦٦ . وبين هذين النوعين من النزول حاولت الولايات المتحدة نوعا وسطاً سمي النزول «شبه اللين» وفيه يتم إبطاء السفينة إلى أقصى حد ممكن وفي الوقت نفسه تدعيم الأجهزة وتقويتها لتتحمل صدمة متوسطة وتستمر في أداء مهمتها. وكانت نتائج هذا النوع مخيبة للآمال إذ تحطمت الأجهزة والمعدات تماما في المحاولات الخمس التي أجريت لإنزال من هذا النوع في مركبات من طراز رينجر.

وبالإضافة إلى هذه الأنواع كان هناك نوع آخر من المهام يهدف إلى البقاء في مدار مستقر حول القمر مدة طويلة يتم فيها إجراء تجارب ومهام عديدة.

كان لدى كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة برامج لكل نوع من هذه المهام، وفي جميع هذه النوعيات من المهام المتدرجة في التقدم التقني كان الاتحاد السوفييتي يسبق إلى تحقيق الهدف ثم كانت تلحق به الولايات المتحدة في تحقيق الهدف نفسه ولكن بدرجة أعلى من الإنجاز العلمي والتقني. واستمر هذا النمط سائدا حتى حققت الولايات المتحدة فوزا حاسما في مجال غزو الفضاء بإنزال أول رجل على سطح القمر في عام١٩٦٩ .

## برنامج لونا السوفييتي ورينجر وسيرفيور الأمريكيان

بدأ الاتحاد السوفييتي السباق إلى القمر ببرنامج «لونا» حيث أطلقت أولى كبسولاته لونيك-١ في ١٩٥٩ . وفي سبتمبر من العام نفسه ارتطمت لونيك-٢ بسطح القمر. وكانت لونيك-٣* التي أطلقت في ذكرى إطلاق

* الأقمار الثلاثة الأولى من السلسلة أطلق عليها لفظ« لونيك» تصغير لونا لصغر حجمها.

سبوتنيك (٤أكتوبر) هي أول كبسولة تلتقط صوراً للجانب المظلم من القمر الذي مرت على بعد ٦٥٠٠ ميل منه. ثم توالت أقمار لونا ـ ٤ حتى ١٤ ، ومن أهم ما كشفته صور لونا ـ ٩أن سطح القمر ليس ترابيا أو رخواً أو مفككاً ويمكن المشي عليه لأنه متماسك.

كان البرنامج الأمريكي لاستكشاف القمر بمركبات غير مأهولة معتمدا على برنامج رينجر Ranger والذي حاولت المركبات الخمس الأولى منه أن تهبط برفق على القمر بأجهزة محمية بشكل يمتص جزءاً كبيراً من الصدمة، لكن هذه المحاولات فشلت جميعها وتم التخلي عن الفكرة . وبداية من عام ١٩٦٤ بدأت مركبات رينجر في إرسال صور للقمر من ارتفاع أقل من ميل! ، مظهرة تفاصيل فجوات على سطح القمر لا يزيد قطرها على عدة أمتار. وباعتبار سرعة الكبسولة عند الاقتراب فإن هذا يعني أن الكبسولة كان أمامها جزء من الثانية لإتمام مهمتها.

كان السبق إلى كل الإنجازات الكبيرة في مجال استكشاف القمر من نصيب برنامج لونا، باستثناء الإنجاز الحاسم الأخير والذي حصلت عليه الولايات المتحدة فيما عرف بأنه أكبر مشروع علمي أخذته البشرية على عاتقها على الإطلاق وهو مشروع أبوللو. ففي عام١٩٥٩ حققت لونيك أول وصول للقمر وأول تصوير للجانب المظلم. وبعد عدة سنوات وفي فبراير عام ١٩٦٦ كانت لونا-٩ هي أول سفينة تهبط هبوطا بطيئا على سطح القمر، وكانت لونا-١٠ هي أول سفينة تدور في مدار حول القمر في أبريل١٩٦٦ .

وفي عام١٩٦٩ كانت أول خطوات الإنسان على سطح القمر والتي عبر عنها نيل ارمسترونج باقتدار بعبارته المشهورة إنها «خطوة صغيرة لإنسان ولكنها خطوة كبيرة للجنس البشري».

وتلا برنامج رينجر برنامج سيرفيور (Surveyor) (الراصد)، والذي كان هدفه تحقيق الهبوط البطيء بمركبة غير مأهولة على سطح القمر. وحققت

مركبة سيرفيور-١ هذا الهدف في يونيو١٩٦٦ أي بعد ستة شهور من الهبوط الروسي، وكانت تحمل بالإضافة إلى الكاميرات التليفزيونية أجهزة لقياس صلابة التربة وتكوينها.

كانت الرحلات إلى سطح القمر بمركبات آلية غير مأهولة ضرورية تمهيدا لإرسال رائد فضاء إلى سطح القمر. أما الهدف التالي فكان البقاء في مدار مستقر حول القمر. وحقق الاتحاد السوفييتي هذا الإنجاز بالكبسولة لونا-١٠ في أبريل ١٩٦٦ وتبعته الولايات المتحدة في أغسطس١٩٦٦.

كانت هناك ثلاث سنوات للقمر: ١٩٥٩، ١٩٦٦، ١٩٦٩.

في ٤ أكتوبر١٩٥٩ وبعد عامين تماما على بدء عصر الفضاء وصلت لونيك ـ ٣ إلى القمر وصورت الجانب المظلم منه. . .

وكان ١٩٦٦ هو عام الإنجازات للمركبات غير المأهولة إلى القمر، وفيه هبطت مركبة سوفييتية على سطح القمر ودارت أخرى حوله في مدار قمري مستقر.

وتحقق الإنجاز نفسه للأمريكيين بعد ذلك بشهور قليلة.

كان الفرق قد بدأ يضيق.

وبين مايو١٩٦٦ ونوفمبر ١٩٦٨ أطلقت الولايات المتحدة سبع سفن من طراز سيرفيور وخمس سفن في مدارات حول القمر، في حين أطلق الاتحاد السوفييتي عدة إطلاقات ناجحة وصلت بالكبسولات إلى مدار حول القمر وعادت منه إلى الأرض. وأخيراً جاء ١٩٦٩ وفيه تحقق الإنجاز الكبير وهبط الإنسان على سطح القمر.

## جدول ٢ ـ ١ : البرامج غير المأهولة لاستكشاف القمر

| | المسبر أو الكبسولة الفضائية | الدولة | التاريخ | المهمة المنجزة |
|---|---|---|---|---|
| ١ | لونيك ١ و٢ | الاتحاد السوفييتي | يناير وسبتمبر ١٩٥٩ | قياس خصائص جو القمر |
| ٢ | لونيك ٣ | الاتحاد السوفييتي | ٤ أكتوبر ١٩٥٩ | تصوير الجانب المظلم من القمر |
| ٣ | بيونير ١ ـ ٤ | الولايات المتحدة | ١٩٥٨ | لم تصل إلى المدار القمري |
| ٤ | رينجر ١ ـ ٦ | الولايات المتحدة | ١٩٦١ ـ ١٩٦٤ | لم تصل إلى المدار القمري أو وصلت ولم تعمل الأجهزة |
| ٥ | لونا ٤ | الاتحاد السوفييتي | ٢ أبريل ١٩٦٣ | اختبار المشاكل الفنية لاستكشاف القمر |
| ٦ | رينجر ٧ ـ ٩ | الولايات المتحدة | ١٩٦٤ ـ ١٩٦٥ | إرسال صور للقمر من المدار القمري إلى الأرض |
| ٧ | لونا ٥ | الاتحاد السوفييتي | ٩ مايو ١٩٦٥ | اختبار أجهزة الهبوط اللين على سطح القمر |
| ٨ | لونا ٦ | الاتحاد السوفييتي | ٨ يونيو ١٩٦٥ | أخطأت المدار |
| ٩ | لونا ٧ ـ ٨ | الاتحاد السوفييتي | أكتوبر وديسمبر ١٩٦٥ | الإعداد للهبوط اللين على القمر |
| ١٠ | لونا ـ ٩ | الاتحاد السوفييتي | ٣١ يناير ١٩٦٦ | أول هبوط لين على سطح القمر |
| ١١ | لونا ـ ١٠ ـ ١٤ | الاتحاد السوفييتي | مارس ـ ديسمبر ١٩٦٦ | أول أقمار صناعية توضع في مدار حول القمر ـ اختبار جو القمر وقياس تركيب سطحه باستخدام الاستشعار عن بعد |

# الفصل الثالث

# البرامج الفضائية المأهولة

## برنامج فوستوك ـ رحلة يوري جاجارين

بنهايـة الخمسينيات كان قد تجمـع لدى السوفييت الخبرة التـي تسمح بالمجـازفة بـوضع إنسـان في الفضاء. وفي ١٩٥٩ بـدأ العمل التفصيلي في برنـامج سفينـة الفضاء فـوستوك (الشرق) والـذي يهدف إلى إرسال رجـل فضاء إلى مدار أرضي منخفـض. وقد سبق ذلك إرسال قـرود وكلاب نفق بعضها في الفضاء

كان هذا أول غزو للفضاء بالمعنى الحرفي للكلمة، وظهر للوجود نوع جديد من الأبطال هـم رواد الفضاء Astronauts . وكان أكثـر المؤهلين لهذه المهمة الجديدة التـي لا يعرف عنها الكثير هـم الطيارون العسكـريون خاصـة طيارو الاختبار. ويدأ الفرز المبدئي في١٩٥٩ . وفي فبراير١٩٦٠ كان الاختيار النهائي قد اكتمل، وتم اختيار ستة رواد فضاء لمهمـة فوستوك، وكان من هؤلاء يوري جاجـارين. واستمر التدريب الشاق لمدة عـام كامل، وفي ١٢ أبريل ١٩٦١ بدأ عصر ارتياد الفضاء بوساطة الإنسان.

تكـونت مـركبـة فوستـوك-١ مـن جزأيـن أسـاسيين: وحدة الأجهـزة وكبسولة العودة، وهي عبارة عن كرة قطرها ٥ , ٢متر وبداخلها كرسي رائد الفضاء مزود بجهاز للقذف إلى خارج الكبسولـة. وكانت الكبسولة مزودة بثلاث فتحات للـرؤية وكاميرات تليفزيـونية، وهوائيات اتصـال، وجهاز راديو ولـوحة التحكم إضافـة إلى أجهزة حفظ الحياة والطعـام والماء، وتزن الكبسولة في مجملها ٤٧٢٥ كيلو جراماً.

أما وحدة الأجهزة فتحتوي على أجهزة تصحيح المدار، وكذلك الصواريخ المستخدمة لإخراج الكبسولة من مدارها تمهيدا للعودة، وهي صواريخ صغيرة ذات وقود سائل تعطي دفعا قدره ١٦١٤ كيلوجراما وتستخدم فقط لتعديل المسار. ومنذ بداية برنامجهم الفضائي المأهول فضل السوفييت الاعتماد على التحكم الأرضي في كل المهام الرئيسية، وكان التحكم البشري من رواد الفضاء يستخدم فقط في حالات الطوارئ.

وكانت رحلة يوري جاجارين التاريخية قصيرة قياساً على رحلات الفضاء، إذ كانت عبارة عن دورة واحدة استغرقت ٨٩ دقيقة تم بعدها إخراج الكبسولة عن مدارها بوساطة الصواريخ الضئيلة المثبتة إليها ودفعها تحت تأثير جاذبية الأرض في رحلة العودة. واستغرقت رحلة العودة حوالي ثلث ساعة فقط ثم قفز جاجارين من كبسولته بباراشوت من على ارتفاع سبعة كيلومترات بعد ١٠٨ دقائق من لحظة الإطلاق. وبذلك انتهى مشهد من أهم المشاهد في تاريخ تحدي الإنسان للطبيعة، وخرج الإنسان لأول مرة من جاذبية الأرض.

وكان استقبال العالم للحدث مناسباً لأهميته في تاريخ البشرية، فبالرغم من أن بعض الحوادث قد تشحب قيمتها بعد مرور سنوات وأحقاب عليها، فإن دوران أول إنسان حول الأرض ليس من هذه النوعية من الحوادث فلايزال يثير خيال الإنسان وحماس العلماء حتى بعد مضي نيف وثلاثين عاما على الحدث الكبير. وبهذا الإحساس الشعبي بضخامة الحدث خرج يوري جاجارين من جاذبية الأرض مجرد طيار اختبار شجاع يقتحم المجهول الأعظم في تجربة علمية لا تعرف نتائجها، وعاد بعد ساعة ونصف الساعة بطلا للاتحاد السوفييتي ورمزا لعصر الفضاء.

تحقق بتجربة جاجارين إنجاز الخروج إلى الفضاء بشكل أروع مما كان منتظرا، وتم بهذا الإنجاز وما سبقه من تجارب تمهيدية تحقيق عدة أهداف علمية كبيرة يمكن ذكر بعضها هنا، فقد تم:

- تطوير قاذفات عملاقة تسمح بحمل كبسولة فضاء إلى مدار حول الأرض.
- إمكان وضع كبسولة في مدار حول الأرض والتحكم في هذا المدار من الأرض.
- الاتصال بالإنسان في الفضاء وتلقي معلومات منه.
- التأكد من ملاءمة جو الفضاء للإنسان وتبديد أي مخاوف من المخاطر غير المتوقعة التي قد تعوق وجود الإنسان في الفضاء.
- اختبار إمكانية إعادة الإنسان والمركبة سالمين من المدار.

وفي ٦ أغسطس من العام نفسه تم إطلاق فوستوك-٢ حاملة رائد الفضاء السوفييتي الثاني تيتوف الذي استمر في المدار خمسا وعشرين ساعة وثماني عشرة دقيقة مكملا سبع عشرة دورة حول الأرض قبل أن يعود بالطريقة نفسها إلى الأرض. وبهذا استقرت إنجازات برنامج فوستوك وبدا أن الإنسان يمكن أن يكون مخلوقا فضائيا كما هو مخلوق أرضي.

كانت هناك انجازات أخرى لبرنامج فوستوك من بينها إطلاق كبسولتي فضاء فوستوك-٣ وفوستوك-٤ لتمر إحداهما على مسافة ستة كيلومترات ونصف الكيلو متر فقط من الأخرى، لكن الأمر لم يكن نجاحا خالصاً ولاكان من طبيعة الأمور أن يكون كذلك. فعلى الرغم من أن الاتحاد السوفييتي لم يعلن في ذلك الوقت عن وقوع خسائر بشرية في برنامجه الفضائي، فإنه من المعتقد أن هناك ثلاث وقائع على الأقل فقد فيها رواد فضاء وكان ذلك قبل نجاح طيران جاجارين المداري[١].

وكان دخول المرأة إلى عالم الفضاء من حظ عاملة النسيج فالنتينا تيريشكوفا. وينبغي ملاحظة أن رائد الفضاء أو رائدته لا يلزم أن يكون عالما للفضاء، ففي العادة لا يكون مطلوبا منه إلا أن «يكون هناك» ولا يتطلب الأمر وجود علماء للفضاء في السفينة إلا لإجراء تجارب معقدة لا دخل لها

بعمليتي الإطلاق والعودة، الأمر الذي لم يتحقق إلا بعد عدد من السنوات، خاصة أن العلماء السوفييت ـ كما ذكرنا ـ كانوا يفضلون أن يكون التحكم في الكبسولة من الأرض.

وفي عام ١٩٦٢ جند الاتحاد السوفييتي خمس رائدات فضاء هن: كوزينستوفا وبنوماروفا وسولوفييفا ويوركينا، إضافة إلى رائدتنا التي كان من نصيبها الصعود إلى الفضاء فعلا في يونيو ١٩٦٣ فالنتينا تيريشكوفا. وكانت رحلتها في السفينة فوستوك-٦ والتي كانت آخر سفينة من سلسلة فوستوك.

## برنامج فوسخود

كانت الخطوة التالية بعد نجاح فوستوك زيادة عدد الرواد والمدة التي يقضونها في الفضاء، وكان البرنامج السوفييتي الرئيسي في هذا الاتجاه هو برنامج سويوز. وبين برنامج سويوز الذي شكل جزءا كبيرا من جهود الاتحاد السوفييتي في الفضاء وبرنامج فوستوك الذي كان فاتحة عصر المأهول جاء برنامج فوسخود.

وتكوّن برنامج فوسخود من مهمتين فقط، كانت أولاهما فوسخود-١ في أكتوبر ١٩٦٤، وسمحت بزيادة حمل الكبسولة إلى ثلاثة رواد. وشهدت مهمة فوسخود-٢ أول خروج من الكبسولة إلى الفضاء، وهكذا كانت خطوات الإنسان الخارجي تزداد ثباتا يوما بعد يوم. وكان وراء هذه الإنجازات رجال عظماء على رأسهم العالم الأوكراني سيرجي كوروليف الذي قاد مسيرة الاتحاد السوفييتي في اقتحام الفضاء، ودخل بذلك بالإنسانية عصر الفضاء واستخداماته.

## سيرجي بافلوفيتش كوروليف (١٩٠٧-١٩٦٦)

تدين الإنسانية في تحقيق حلم غزو الفضاء بدين كبير لعدد من الرجال، ولكنها تحمل أكبر قدر من الدين لسيرجي بافلوفيتش كوروليف، هذا العالم

الأوكراني الذي ارتبطت باسمه أعظم منجزات الإنسان في استكشاف الفضاء. فعلى يديه شهد الإنسان أول قمر صناعي يدور في الفضاء الخارجي (١٩٥٧)، وأول تصوير للجانب المظلم من القمر (١٩٥٩)، وأول إنسان يدور حول الأرض (١٩٦١)، وأول إنسان يمشي في الفضاء، وأول مركبة فضائية تهبط على كوكب الزهرة (١٩٦٦)، وأول هبوط لين على سطح القمر(١٩٦٦). ولنا أن نتصور أنه لو لم يمت سيرجي كوروليف في أوج إنجازاته لعلنا كنا نرى على يديه أول هبوط لإنسان على سطح القمر، ولتغير وجه التاريخ.

ولد سيرجي بافلوفيتش كوروليف في ١٢ يناير١٩٠٧ في أوكرانيا وتعلم في المعهد الفني في كييف ثم في المعهد العالي الفني بموسكو، حيث حصل على درجة في هندسة الطيران. بدأ اهتمامه بالصواريخ في ١٩٣٠ حيث كون مجموعة اهتمت بدراسة الصواريخ والمحركات ذات الوقود السائل، وهو الموضوع الذي كان يشغل عددا من الباحثين في أوروبا في ذلك الوقت. وخلال الحرب العالمية الثانية كان كوروليف يعمل في تزويد الطائرات الحربية بمحركات صاروخية.

بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية وفي ١٩٤٦ كلّف كوروليف العمل على تطوير الصواريخ الباليستية [٢] طويلة المدى، ونجح في تحقيق السبق في تزويد الترسانة السوفييتية بصواريخ باليستية عابرة للقارات ICBM. وفي أغسطس١٩٥٧ أطلق بنجاح أول صاروخ سوفييتي عابر للقارات صممه كوروليف وهو الصاروخ R7.

وفي الوقت نفسه كان كوروليف يعمل لتحقيق حلمه بالخروج إلى الفضاء. وفي ٤أكتوبر ١٩٥٧ حقق هذا الحلم وبدأ تحت قيادته برنامج الاتحاد السوفييتي الشامل لاقتحام الفضاء.

وأحيط عمل كوروليف بسرية كاملة وكان يعرف فقط باسم «المصمم الرئيسي»، واستمر البرنامج السوفييتي في تحقيق إنجازاته الكبيرة حتى وفاة كوروليف نتيجة جراحة في يناير١٩٦٦.

## جدول ٢ ـ ٢
## برنامجا فوستوك و «فوسخود» السوفييتيان للفضاء المأهول

| الرحلـــة | الفضائيـــون | تاريخ الرحلة | مدة الرحلة (ق : س) | عدد الدورات | المهـــام المنجزة |
|---|---|---|---|---|---|
| فوستوك ـ ١ | يوري جاجارين | ١٢ أبريل ١٩٦١ | ١ : ٤٨ | ١ | أول إنسان في المدار |
| فوستوك ـ ٢ | جرمان تيتوف | ٦ أغسطس ١٩٦١ | ٢٥ : ١٨ | ١٧ | البقاء في الفضاء أكثر من ٢٤ ساعة |
| فوستوك ـ ٣ | اندريان نيكولاييف | ١١ أغسطس ١٩٦٢ | ٩٤ : ٢٢ | ٦٤ | التقاء في الفضـاء على بعد ٥ , ٦ كيلو مترا من فوستوك ـ ٤ |
| فوستوك ـ ٤ | بافل بوبوفيتش | ١٢ غسطس ١٩٦٢ | ٧٠ : ٥٧ | ٤٨ | التقاء في الفضاء مع فوستوك ـ ٣ |
| فوستوك ـ ٥ | فاليري بايكوفسكي | ١٤ يونيو ١٩٦٣ | ١١٩ : ٠٦ | ٨١ | التقاء مع فوستوك ـ ٦ |
| فوستوك ـ ٦ | فالنتينا تيريشكوفا | ١٦ يونيو ١٩٦٣ | ٧٠ : ٥٠ | ٤٤ | أول امـرأة في المدار ـــ التقـاء مـع فوستوك ـ ٥ |
| فوسخود ـ ١ | فلاديمير كوماروف وبيجوروف وقسطنطين فيكتيشوف | ١٢ أكتوبر ١٩٦٤ | ٢٤ : ١٧ | ١٦ | السير في الفضاء |
| فوسخود ـ ٢ | إليكسي ليونيف بافل بيلياييف | ١٨ مارس ١٩٦٥ | ٢٦ : ٠٢ | ١٧ | اختبـار أجهـزة السير في الفضـاء باستخدام حبل من النايلون المتين |

وقبل وفاة كوروليف كان يعمل في برنامج سوفييتي للوصول بإنسان إلى القمر، لكن هذا المشروع تعطل بعد وفاته نتيجة الصراعات التي دارت بين مكاتب التصميم السوفييتية[٣]. ومن إنجازات كوروليف الكبيرة بالإضافة إلى الصواريخ العملاقة التي حملت سبوتنيك وفوستوك (جاجارين) ولونا (القمر) وفينيرا (الزهرة) وغيرها، المركبة السوفييتية سويوز والتي تعتبر عربة النقل الرئيسية للأحمال الفضائية السوفييتية. ومما يشير إلى عظمة كوروليف أن تصميماته ظلت تستعمل في صورتها الأساسية لتنفيذ برامج الفضاء السوفييتية حتى بعد وفاته بسنوات طويلة.

## برنامج ميركوري Mercury

شمل برنامج الفضاء الأمريكي المأهول في مراحله الأولى ثلاثة برامج متتابعة هي: ميركوري وجيمني وأبوللو. كان برنامج ميركوري أول برنامج أمريكي مأهول في الفضاء واستمر من عام١٩٥٨ إلى عام١٩٩٣، وكان الهدف الأول من المشروع وضع إنسان في الفضاء بغرض دراسة تأثير الفضاء في الوظائف الأساسية للإنسان وتعرف المشاكل الجديدة التي يطرحها تحدي الفضاء والوصول إلى إتقان وسائل وضع إنسان في المدار واستعادته إلى الأرض سالما.

لم يكن الفضاء مجالا معروفا للإنسان كما هو الآن، وكان كل شيء محتملا ومحفوفا بالمخاطر ولذلك كان لابد من برامج لتأهيل الإنسان للفضاء، ونفذ من هذه البرامج برنامجان هما البرنامج الروسي «سويوز» ومثيله الأمريكي ميركوري، وكان النجاح حليف البرنامجين وهما اللذان مهدا للإنجازات الكبيرة في الفضاء بعد ذلك.

وفي ذلك الوقت لمع نجم رواد الفضاء وتحققت لهم شهرة لم تتحقق إلا لنجوم هوليوود، وأصبح حلم كل صبي أن يصبح رائدا للفضاء، وحلم كل فتاة أن تتزوج واحدا منهم، ولم تقتصر هذه الشهرة على الرواد من بني الإنسان، وإنما امتدت إلى الرواد الآخرين وهم من فصيلة الشمبانزي، وكان هؤلاء أربعة بين أول عشرة أحياء صعدوا إلى الفضاء.

وشمل برنامج ميركوري ستة وعشرين اختبارا كان في أربعة منها قرود شمبانزي، وأول رحلة مأهولة بإنسان كانت رقم ١٨ بواسطة آلان شبرد في ٥ مايو ١٩٦١، وكان الإطلاق متواضعا بالقياس إلى النجاح على الجانب السوفييتي الذي حصل رائده الفضائي «يوري جاجارين» على نصيب الأسد من كل شهرة رواد الفضاء مجتمعين ولم ينافسه في هذا إلا «جون جلين» الذي حشدت وراءه أمريكا كل قدراتها الدعائية لتغطي به أداءها المتواضع في بداية برنامج الفضاء.

كان أول إطلاق في برنامج ميركوري هو إطلاق آلان شبرد في ٥مايو١٩٦١ في الكبسولة Freedom-7 في قوس تحت مداري بلغ ارتفاعه ١٨٧كيلومتراً، ويعني هذا أن شكل مسار الكبسولة التي أطلق فيها يتخذ الشكل الطبيعي لحجر مقذوف من سطح الأرض، ولا تصل الكبسولة في هذه الحال إلى الدمار بل تسقط على الأرض، أو في المحيط حيث تلتقطها سفن البحرية.

وقد استمرت رحلة شبرد القصيرة مدة خمس عشرة دقيقة، وأمكن استعادة رائد الفضاء سالما، وحققت الولايات المتحدة ما أرادته من ادعاء بأنها أيضا صعدت بأمريكي إلى الفضاء. ورغم الفارق الكبير في الإنجاز بين هذا الإطلاق محدود الأثر وبين صعود جاجارين إلى المدار وعودته، فإنه على الأقل خفف الضغط السياسي والإعلامي عن البرنامج الأمريكي وسمح له بأن يركز على الخطوة التالية.

وفي ٢٠فبراير١٩٦٢ جاءت هذه الخطوة بإطلاق «جون جلين» ــ الذي أصبح سناتوراً فيما بعد وتخصص في شؤون الدفاع ـ في أول دوران حول الأرض للولايات المتحدة. وقضى جلين خمس ساعات في الفضاء أتم خلالها ثلاث دورات حول الأرض، وعاد منها إلى استقبال غير مسبوق على سطحها.

وتبع رحلة «جون جلين» إطلاقان في عام١٩٦٢ استمر أحدهما خمس ساعات تقريبا وأتم ثلاث دورات حول الأرض، وقام بالرحلة ٢٥ الرائد شيرا في٣ أكتوبر ١٩٦٢ وقضى في الفضاء ضعف المدة وأتم ضعف عدد الدورات، وفي ١٥مايو كان آخر إطلاق في برنامج ميركوري وحمل رائد الفضاء جوردون كوبر في رحلة استمرت أربعا وثلاثين ساعة ونصف الساعة.

وقدر لكوبر أن يرتبط اسمه بأحد الاستخدامات المهمة للفضاء، فقد ذكر عنه عودته أنه استطاع تمييز معالم المباني والشوارع الكبرى من كبسولته في السفينة ميركوري، ورغم أن أحدا لم يصدقه تماما في ذلك الوقت، كما أن رحلته كانت آخر الرحلات في برنامج ميركوري وبالتالي كان من الصعب التحقق من دقة مقولته، فإن مشاهدات زملائه في رحلات تالية والصور التي التقطوها أثبتت أنه يمكن من الفضاء عمل مسح شامل للأرض وتمييز معالم دقيقة على سطحها، واستخدمت هذه التقنية في المسح الفضائي الذي ألغى إلى حد كبير المسح الجوي المحدود الذي كان يتم من الطائرات، وكانت تلك هي بداية تقنية الاستشعار الفضائي، وإن كان بعض العلماء قد رجح أن تكون هذه الرؤية تهيؤات سببها الإجهاد والإرهاق العصبي والضغط النفسي الذي تعرض له الرائد نظرا لاستحالة الرؤية بالعين المجردة من ارتفاع يقرب من ٢٥٠ كيلومترا ووسط الظلام الذي يسود الفضاء.

## برنامج جيميني Gemini

كان الهدف من برنامج «جيميني» الذي تم في بداية الستينيات هو التأهيل للرحلة الكبيرة التي تعد لها وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» في نهاية العقد إلى القمر. ولذلك كان هناك عدد كبير من المهام والتفاصيل التي كان من المطلوب تجربتها والتعديل فيها واكتساب خبراتها قبل تنفيذها في المهمة الحقيقية.

وشملت أهم هذه المهام:

- التدريب على قيادة كبسولة الفضاء والتحكم فيها.
- الاتصال بمركز القيادة الأرضي وتلقي التعليمات وإرسال المعلومات والتدرب على البقاء مدداً طويلة في الفضاء.

ـ تنفيذ اقتراب والتحام بين مركبتين في الفضاء. . .

ـ وأخيرا استعادة المركبة وروادها من المحيط بعد العودة.

وكانت النية أولا أن تكون العودة عن طريق سابحة ذات هبوط أفقي على غرار مكوك الفضاء الذي تم تنفيذه فيما بعد، إلا أن ضغوط التوقيت في برنامج جيمينى حتمت الاستغناء عن هذا الهدف والاستعاضة عنه بالهبوط في المحيط والذي كان قد جرب بالفعل في رحلات سابقة.

وكانت هناك اثنتا عشرة رحلة في برنامج جيميني، كانت الرحلتان الأوليان منها دون رواد فضاء وتمتا في ٨ أبريل ١٩٦٤ و١٩ يناير ١٩٦٥. وفي ٢٣مارس١٩٦٥ بدأ برنامج جيميني الفعلي بإطلاق رائدي الفضاء «فيرجيل جريسوم» و«جون يونج» إلى المدار في المركبة جيمني-٣ حيث أكملا ثلاث دورات حول الأرض، وتم في هذه الرحلة تجربة استخدام صواريخ التحكم لتغيير المسار في الفضاء لأول مرة.

وقد تبدو إنجازات رحلات الفضاء الأولى متواضعة بالقياس إلى ما يمكن أن يتصوره القارىء المشبع بالحديث عن استخدامات الفضاء في عصرنا الحالي، إلا أنه يجب أن نتذكر أنه في ذلك الوقت كانت كل التفاصيل جديدة وغير معروفة، وكان الخروج عن المخطط والمجرب قبل ذلك ولو بشكل ضئيل يمثل مغامرة يجب أن تحسب بدقة وأن توفر لها كل إمكانات النجاح، لذلك كانت هناك مهام بأكملها تخصص مثلا لاختبار ردود فعل الإنسان في الفضاء وقدرته على النوم ومدى تأثر أنظمته الطبيعية بالوجود في جو انعدام الجاذبية، ثم هناك تجربة الأجهزة والأنظمة المستخدمة في الرحلة وكلها عادة جديدة وتصمم لأول مرة لتلك الرحلة بالذات وقد لا يمكن اختبارها في ظروف واقعية إلا في الفضاء ذاته، كما أن الفشل في أي من هذه المهام كان كفيلا بإرجاع برنامج الفضاء كله سنوات إلى الوراء وهو أمر لم يكن أحد على استعداد للمغامرة بحدوثه.

وكانت الرحلتان التاليتان لاختبار تأثيرات البقاء في الفضاء لمدد طويلة (نسبيا حيث إن البقاء لمدد طويلة فعلا حققته محطات الفضاء بعد ذلك وخاصة محطة الفضاء الروسية مير) في صحة الرواد وأدائهم. وفي الرحلة جيمني-٤ بقي الرواد لمدة أربعة أيام تحت ظروف انعدام الوزن، وفي جيمني-٥ استمر الرائدان لمدة ثمانية أيام. وتحقق في هذه الرحلات أول خروج من الكبسولة إلى الفضاء داخل بدلة الفضاء الخاصة، وتزايد الزمن المسموح به لرائد الفضاء خارج الكبسولة حتى وصل إلى خمس ساعات ونصف الساعة في نهاية البرنامج. واستمرت رحلات جيمني حتى وصلت إلى اثنتي عشرة رحلة وفي الوقت نفسه تزايدت صعوبة ودقة المهام المكلف بها.

## برنامج سويوز

تعد السفينة سويوز Soyuz أو «الاتحاد» باللغة الروسية أساس البرنامج السوفييتي للفضاء المأهول. وقد صممها عبقري الفضاء السوفييتي سيرجي كوروليف، وظلت تؤدي مهام عديدة في برنامج الفضاء السوفييتي لسنوات طويلة، واستخدمت أساسا مركبة خدمة للمحطة المدارية «ساليوت»، تحمل الطعام والماء والمعدات إليها كما تحمل أطقم رواد الفضاء من وإلى المحطة المدارية، ولاتزال هذه المركبة في صورة متطورة تعمل في خدمة المحطة المدارية «مير».

تتكون مركبة سويوز من ثلاثة أجزاء: جزء علوي للبقاء في المدار وجزء أوسط يبقى رواد الفضاء ويعودون فيه للأرض، وجزء سفلي يحتوي الأجهزة.

بدأ أول إطلاق للمركبة سويوز في ٢٣أبريل ١٩٦٧، وكانت النية متجهة إلى إطلاق مركبتين متعاقبتين يتم الالتحام بينهما وينتقل الملاحون الفضائيون بينهما، إلا أن سوء الحظ لازم المركبة سويوز-١ بعد إطلاقها واحترقت خلال

جدول ٢ ـ ٣: المهام المنفذة في برنامج جيميني للتمهيد للصعود إلى القمر

| الرحـلة | التاريخ | مدة الرحلة (ساعة) | الدورات حول الأرض | المهـام المنفذة |
|---|---|---|---|---|
| جيميني١ | ٨ أبريل ١٩٦٤ | - | ٦٤ | احترقت جيميني ـ ١ عند العودة |
| جيميني٢ | ١٩ يناير ١٩٦٥ | | | دون رواد |
| جيميني٣ | ٢٣ مارس | ٥ | ٣ | أول طيران مداري لرائدين معاً |
| جيميني٤ | ٣ ـ ٧ يونيو | ٩٨ | ٦٣ | أول تجربة للسير في الفضاء |
| جيميني٥ | ٢١ ـ ٢٩ أغسطس | ١٩١ | ١٢٠ | اختبار البقاء في الفضاء |
| جيميني٦ | ١٥ ـ ١٦ ديسمبر | ٢٦ | ١٥ | التقاء مع جيمني ـ ٧ |
| جيميني٧ | ٤ ـ ١٨ ديسمبر | ٣٣٠ ساعة ونصف الساعة | ٢٠٦ | البقاء في الفضاء لمدة طويلة ـ التقاء مع جيميني ـ ٦ |
| جيميني٨ | ١٦ مارس ١٩٦٦ | ١١ | ٦,٦ | أول التحام فضائي وسحب مرحلة من صاروخ |
| جيميني٩ | ٣ ـ ٦ يونيو ١٩٦٦ | ٧٢ | ٤٤ | التقاء ـ السير في الفضاء |
| جيميني١٠ | ١٨ ـ ٢١ يوليو | ٧١ | ٤٣ | التحام ـ السير في الفضاء |
| جيميني١١ | ١٢ ـ ١٥ سبتمبر | ٧١ | ٢٤ | التحام ـ السير في الفضاء |
| جيميني١٢ | ١١ ـ ١٥ نوفمبر ١٩٦٦ | ٩٤ ساعة ونصف الساعة | ٥٩ | التحام ـ السير في الفضاء |

محاولة إعادتها للأرض وقتل فيها رائد الفضـاء السوفييتي فلاديمير كوماروف. ونتيجة لهذه الكارثة تأجل برنامـج سويوز لمدة عام حيث استؤنف في ٢٥ و٢٦ أكتـوبر ١٩٦٨ بإطلاق مـركبتين إحداهما فـارغة والأخرى بها رائد فضـاء وتم الالتقاء بينهما من دون التحام وعادتا سالمتين للأرض.

وفي ينـاير١٩٦٩ أطلقـت المركبتان سـويوز-٤ وسـويوز-٥ وتـم التحامهما وانتقال الرواد بينهما بنجاح. وقد أطلق من الجيل الأول من المركبة أجرى عشرة رحلة قامـت فيها مركبات سـويوز بعديد مـن المهام المتنوعة التـي يحتاج إليها البرنامـج الفضائي، وحيث إن البرنـامج السوفييتـي كان يركـز على المحطات المدارية فـإن جزءاً كبيراً مـن المهام كان يتصـل بالالتقـاء والالتحام بمـركبات أخرى تمهيدا للالتحام بالمحطة المدارية.

وفي ١٩ أبريل ١٩٧١ في محاولة لاستعادة المبادرة التي فقدها بنزول أمريكي على القمر، أطلق الاتحاد السوفييتي أول محطة مدارية وهي المحطة ساليوت-١ فيما أصبح منذ ذلك الحين وحتى الآن جهدا متصلا وناجحا في بناء و إطلاق المحطات المدارية والسفر إليها والبقاء فيها مددا قياسية.

وفي ٢٣ أبريل ١٩٧١ أي بعد أربعة أيام من إطلاق المحطة المدارية، أطلق السوفييت المركبة سويوز-١٠ التي التحمت بالمحطة. وفي ٦ يونيو من العام نفسه أطلقت المركبة سويوز-١١ حاملة ثلاثة رواد هم جورجي دوبروفولسكي وفلاديسلاف فولكوف وفيكتور باتسييف. وبعد تمام مهمتهم وخلال العودة تعرض الرواد لحادث مروع إذ لقوا حتفهم جميعا وحملت المركبة جثثهم إلى الأرض.

توقف برنامج سويوز نتيجة للكارثة الفضائية المروعة التي أصابت سويوز-١١، ولم يستأنف البرنامج نشاطه إلا بعد عامين. وبعد إجراء عدد من التعديلات المهمة في تصميم المركبة. واستمر الاتحاد السوفييتي في برنامجه للمحطات المدارية، واستمرت المركبة سويوز المعدلة في أداء مهمتها كمركبة النقل الفضائية الرئيسية. وخلال السبعينيات شن الإتحاد السوفييتي حوالي ثلاثة وعشرين إطلاقا لمركبات سويوز بدءاً من سويوز-١٢ إلى سويوز٣٤، وكلها حملت روادا أو معدات للمحطات المدارية التي أطلقها الاتحاد السوفييتي في الفترة نفسها وهي ساليوت-٣ إلى ساليوت٦ .

وفي الختام يمكن القول إنه في حين ركزت الولايات المتحدة جهدها في مهامها الفضائية المجهولة على خطوتها الكبيرة في النزول على القمر بحيث كانت مهام مركبات الفضاء جيميني وميركوري هي الإعداد للمركبة أبوللو، فإن الاتحاد السوفييتي ركز جهوده على تطوير عمليات السفر والنقل والاتصال بالمحطات المدارية وحقق في ذلك نجاحاً كبيراً جعله، من دون شك ـ الدولة الأولى في هذا المجال المهم. ولاتزال محطة الفضاء «مير» تدور في الفضاء وتمثل في الواقع أقرب تحقيق لحلم الإنسان القديم باستيطان الفضاء.

# مراجع وهوامش الباب الثاني

١ - موعد في السماء ـ برنامج جيميني للوصول إلى القمر ـ تأليف سول ليفين ـ ترجمة د. عزيز فريصة ـ دار النشر للجامعات المصرية ـ ١٩٦٣ .

٢- في الصواريخ البـاليستية (القذفية) ينطلق الصـاروخ بقوة دفع المحرك التي تستمـر حتى يصل إلى الصاروخ إلى ارتفاع معين ثم تتوقف المحركات ويستمر الصـاروخ كقذيفة موجهة، ومن هنا جاء الاسم Ballistic أي قذائفي .

٣- موسوعة كمبريدج للفضاء ـ مطبعة جامعة كمبريدج ١٩٩٢ .

٤- لم يعرف أنه كان هناك بـرنامج سوفييتي للوصول إلى القمر إلا بعد إذاعـة وثائق البرنامج الفضائي السوفييتـي كجزء من سيـاسة الجلاسنوسـت (المكاشفة) التـي اتبعها جوربـاتشوف ـ لمزيـد من التفاصيل أنظر الباب الثالث من هذا الكتاب .



# الباب الثالث

# النزول على القمر
# برنامج أبوللو

*«إنني أعتقد أن هذه الأمة يجب أن تلتزم بالسعي للوصول قبل نهاية العقد الحالي إلى هدف انزال انسان على سطح القمر والعودة به سالما إلى الأرض» .*

الرئيس الأمريكي
**جون ف. كنيدي**
من خطابه إلى الكونجرس الأمريكي
٢٥مايو١٩٦١

لم يكن ممكنا للولايات المتحدة أن تسكت عن التحدي الواضح الذي وضعه أمامها الاتحاد السوفييتي في أوج الحرب الباردة بانتصاراته الكبيرة في الفضاء، وووجه الرئيس إيزنهاور ـ الجنرال المنتصر في الحرب العالمية ـ بهذا التحدي وكان قراره بإنشاء هيئة تجمع كل أنشطة الفضاء في جهة واحدة تتبع الرئيس، وكان ميلاد الإدارة القومية للطيران والفضاء «ناسا» في ١ أكتوبر ١٩٥٨ . وبدأ نشاط مكثف في مجال الفضاء استهلته ناسا ببرنامج ميركوري وتبعه برنامج أبوللو بعد قليل.

تكونت ناسا في بدايتها من أربعة مراكز للأبحاث قسم العمل بينها هي: مركز «لانجلي» لأبحاث الفضاء بفرجينيا واختص بدراسة الهياكل والمواد المصنعة الداخلة فيها، ومركز «لويس» في ولاية أوهايو واختص بأبحاث الصواريخ والوقود السائل، ثم مركز «مارشال» في ولاية آلاباما وكان مجاله دراسة وتقويم مركبات الفضاء المقترحة وتصميماتها، أما مركز «إيمز» بكاليفورنيا فكان مسؤولا عن المسائل المتعلقة بالملاحة للقمر، وأخيرا كانت هناك مجموعة التنسيق لأنشطة الفضاء Spase Task Force وتولت التنسيق بين هذه المراكز.

لكن الـدفعة الكبيرة في أنشطـة الفضاء جـاءت من أحـداث متلاحقـة في عام١٩٦١ ، ومع بدايـة ولاية الرئيس كنيدي . ففي ١٢ أبريل١٩٦١ دار يوري جاجاريـن حول الأرض في المركبة فوستـوك ، وفي الشهر نفسه كانـت فضيحة «خليج الخنازير» التي فشل فيها فريق من الكوبيين الذين يعيشون في الولايات المتحدة بدعـم من المخابرات المركزيـة في محاولة غزو كوبـا ، وتسبب الموقف في حرج كبير للولايات المتحدة والرئيس الجديد .

وكان لابد من أن تجد الولايات المتحـدة مخرجا من هذا المأزق ، وجاء نجاح إطـلاق آلان شبرد في طيران تحت مداري في ٥ مـايو١٩٦١ ليعطـي «ناسـا» هذا المخرج المطلوب . ورغم أن هذا الإطلاق كان إنجازا تكنولوجيا ضئيلا بالقياس إلى الدوران في مدار حول الأرض بالمركبة فوستـوك التي حملت جاجارين ، فإن الولايات المتحدة صورت الحدث وكأنه إنجاز تكنولوجي هائل وفي الحقيقة أنها وجدت فيه مساحة لالتقاط الأنفاس واستعادة مبادرة الحركة .

كان لابد للـولايات المتحدة من العمـل على إعادة التوازن الذي فقـدته إثر إطلاق سبوتنيك ورحلـة جاجارين المدارية ، وأصبح واضحـا للرئيس كنيدي أنه لابد من مشروع قومي يحشد الطاقـات العلمية والتكنولوجية لمواجهة الخطر الذي كـانت تحسه أمـريكا من السبق الـذي لا يمكن المراء فيه والـذي حققه خصمها اللدود الاتحاد السوفييتي ، ومن هنا ولد مشروع أبوللو.

# الفصل الأول

# الجذور الأولى لمشروع أبوللو

في الواقع أن مشروع أبوللو قد شهد بداياته قبل ذلك بقليل، ففي يوليو ١٩٦٠ قدمت «ناسا» للشركات الصناعية المتعاملة معها الخطوط الرئيسية لمشروع الوصول إلى مدار حول القمر وطلبت دراسات لجدوى وإمكانية تحقيق المشروع. وعادت الدراسات كلها تؤكد إمكانية نجاح الفكرة، لكن طموح الرئيس كنيدي كان أبعد من مجرد الدوران حول القمر، ففي ٢٠ أبريل ١٩٦١ أي بعد ثمانية أيام فقط من رحلة جاجارين سأل نائبه ليندون جونسون، والذي كان كنيدي قد عينه مستشاره الرئيسي لشؤون الفضاء، إن كان هناك برنامج فضاء يعد بنتائج درامية يمكن للولايات المتحدة أن تفوز فيه. وخلال أسبوعين قام جونسون بجهود مكثفة بحث خلالها البدائل التي تجيب عن سؤال الرئيس.

وكان من بين الذين استشارهم جونسون عالم الصواريخ الألماني الأصل «فيرنر فون براون» الذي كان قد هرب إلى جانب الولايات المتحدة مع فريق من مهندسيه في الأيام الأخيرة للرايخ الثالث. وفي مذكرة تاريخها ٢٩ أبريل ١٩٦١ أبلغ فون براون نائب الرئيس أنه: «ليس لدينا فرصة طيبة للتغلب على السوفييت في إرسال مخبر مأهول إلى الفضاء. . . . . ولدينا فرصة ممتازة لنسبقهم في أول هبوط لطاقم على سطح القمر»(١).

وفي ٨ مايو ١٩٦١ قدم جونسون إلى كنيدي مذكرة تبين نتائج استقصائه، وكانت توحي بأن «على الولايات المتحدة أن تهدف إلى إرسال رحلة مأهولة إلى القمر قبل نهاية هذا العقد».

وقبل كنيدي هذه التوصيات، وفي ٢٥مايو١٩٦١ وجه رسالته الشهيرة إلى الكونجرس الأمريكي والتي قال فيها:

«إنني أعتقد أن هذه الأمة يجب أن تلتزم بالسعي، قبل نهاية هذا العقد، لتحقيق هدف إنزال إنسان على القمر والعودة به سالماً إلى الأرض».

إن من الإنصاف أن يتناول التاريخ هذا القرار بالتحليل والدراسة. وبالنسبة لنا لا يسعنا أن نخفي الإحساس بالإعجاب. فبالنسبة للرئيس كنيدي كان هذا القرار وثبة إلى المجهول، إذ لم يكن أحد في ذلك الوقت يملك القدرة على التنبؤ بشكل قاطع بإمكانية تحقيق هذا الهدف، فضلا عن تحقيقه في وقت معين.

ومن ناحية أخرى كان القرار رداً على اللطمات المتوالية التي تلقتها الولايات المتحدة من الاتحاد السوفييتي في مجال الفضاء، وجاء ذلك في صورة تحد واضح محدد الهدف والموعد.

ومن الناحية الثالثة كان على كنيدي أن يسارع بقرار يستطيع أن يوقف التآكل في ثقة أمته بنفسها ويعيد شحذ قدراتها على المنافسة.

ويعتبر هذا القرار مثالا كلاسيكيا لما يمكن أن تصنعه التحديات الكبرى في شحذ همة الأمم عندما تجد القائد الذي يستطيع أن يبلور التحدي ويقدمه لأمته. ولربما تذكرنا الملابسات المحيطة به بقرار الرئيس المصري عبدالناصر بتأميم قناة السويس والذي أشعل الروح القومية في المنطقة العربية في الخمسينيات والستينيات. ففي تلك اللحظة أيضا كان هناك رئيس يحس بالتحدي الذي يواجه أمته، ويبلور أسلوب المواجهة في قرار واحد مركز يستطيع ليس فقط أن يجمع الأمة حوله، بل أن يخرج منها أحيانا ما لا تعرف أنها تملكه.

ونحن هنا لا نتحدث عن تفوق أمريكا أو الاتحاد السوفييتي التكنولوجي، كما لا نتحدث عن صحة أو صواب قرار الرئيس عبدالناصر بتحدي الدول الغربية وانتصاره لاستقلالية قرار الدول النامية ودول العالم الثالث، ولكننا

نتحدث عن طبيعة عملية اتخاذ القرار عند القمة وتأثير ذلك في تغيير حركة التاريخ ودور عبقرية القيادة في ذلك.

فلا تزال الأمم تواجه باستمرار تحديات يمكن أن تكون نقاط تحول في تاريخها لو أحسنت لقاءها، ومنها ما نقابله في منطقتنا العربية وبالذات في مقابلة التحدي الإسرائيلي الذي وصل في غفلة منا إلى إطلاق أقمار التجسس ودخول عصر الفضاء بقوة فضلا عن امتلاك أسباب القوة النووية، إلى درجة لا تبررها الظروف الموضوعية وفروق الإمكانيات والقدرات المتاحة ولم يكن ليصل إليها لو أننا قابلنا التحديات في «اللحظات المناسبة» بالقرار الملائم. ويكون السؤال الحائر في ذهن الإنسان العربي دائما: ماذا لو قابلت تلك الظروف رجالا غير الرجال، أو لم تكن الأمة ــ بنفس إمكانياتها ــ قد أخذت مساراً آخر وكتبت لنفسها تاريخا مختلفا؟

إن هناك دوراً واضحا للعلماء، وهو أن يضعوا البدائل واضحة أمام القيادة وأيضا أن ينبهوا إلى المخاطر والتحديات حتى دون أن يطلب ذلك منهم مباشرة. وعليهم كذلك دور تثقيف المجتمع في مجال تخصصهم وإتاحة المعلومات الصحيحة التي تتيح للمثقف المهتم متابعة التطورات العلمية الجارية في العالم وفي منطقة متابعة واعية.

ولكن يظل حشد طاقات الأمة وحفزها رهناً بقرار يأتي من القمة يستقرىء التاريخ ويستشرف المستقبل ويستنهض قدرات أمته ويوجهها مركزة للخروج من الأزمة واختراق الحصار، وتلك هي عبرة قرار أبوللو بالنسبة لنا.

كان قرار أبوللو «كنيدي» منفرداً، وهي طبيعة القرارات الحاسمة عند القمة، فهو الذي وجه السؤال وطلب البدائل وهو الذي أحس بالخطر يواجه أمته، وهو الذي اتخذ القرار في النهاية. وربما لو ترك الأمر للرئيس أيزنهاور فلعله لم يكن هناك سباق للقمر على الإطلاق، فقد رفض الرئيس أيزنهاور فكرة أي ارتباط لإنجازات الفضاء بالقوة الأساسية للوطن، بينما رأى كنيدي علاقة مباشرة بين القيادة العالمية والتفوق في استكشاف الفضاء.

ولم يكن القرار فنيا ولا يمكن أن ينسب لفون براون فضل فيه، على الرغم من أن لقيادة فون براون وعبقريته الفضل الأول في «نجاح» برنامج الفضاء. ولعله لو لم يكن قرار كنيدي لظل فون براون إحدى العبقريات الكبرى التي لم يتح لها أن تصل بعبقريتها إلى قمة أحلامها و إمكانياتها، والتاريخ مليء بأمثال هؤلاء الكبار.

وأيا كانت رؤيتنا للقرار الآن بعد أكثر من نيف وثلاثين عاما على اتخاذه، فإنه نجح تماماً في تحقيق أهدافه، فقد اشتعلت الولايات المتحدة حماسا وتصميما على تحقيق الهدف، وبدأت جهودا مركزة ومكثفة لدراسة أفضل السبل للوصول إليه.

لم يكن هناك في ذلك الوقت تصور واضح لكيف يمكن تحقيق هذا الهدف الطموح سواء من ناحية توافر تكنولوجيا الصواريخ التي تستطيع حمل إنسان باحتياجاته في رحلة طويلة إلى القمر، أو من حيث وسائل الاتصال والمتابعة أو حتى من حيث ضمان سلامة وصحة هذا الإنسان. ولنا أن نذكر أنه في ذلك الوقت لم تكن الولايات المتحدة قد استطاعت حتى أن ترسل إنسانا حول الأرض(!!).

ولسنا نقصد بهذا أن نقول إن أسس التكنولوجيا الموصلة لهذا الهدف لم تكن موجودة أصلا، إنما نود أن نشير إلى أن هذا القرار قد وضع مجموعة هائلة من التحديات أمام الشعب الأمريكي وعلمائه وصناعاته لم يسبق أن وضعت مثلها أمام شعب آخر في حالة السلم، ويكاد لا يكون هناك مثلها في حالة الحرب.

عندما بدأ العمل في المشروع الكبير لم يكن هناك تصور كامل لكيف سيتم تنفيذه حيث لم تكن التقنيات موجودة لتنفيذ كل مراحله. وطرحت عدة بدائل كان أطرفها بالتأكيد ذلك الذي يقترح أن يرسل رجل فضاء إلى القمر حيث يستقر هناك حتى يتم إيجاد الطريقة الكفيلة بإعادته سالما. ولا شك في أن واضع هذا الاقتراح ـ الذي لابد أنه كان أحد الموظفين البيروقراطيين الذين يبدو

أنهم فصيل عـالمي يتمتع بسمات مشتركة وتعـرفهم حين تقابلهـم في أي مكان حتى في أمريكـا ـ لاشك في أنه كان متـأكدا من أنه لن يكـون هو رائد الفضاء الذي سيقع عليه الاختيار، ذلك على الرغم من أن هؤلاء الفضائيين الرواد كانوا في الواقع يقتحمون عوالم مجهولة في كل خطوة.

وشملت البدائل الأكثر واقعية الاحتمالات الثلاثة الآتية:

- الطيران مباشرة إلى القمر.
- التوقف في مدار أرضي وتجميع عدة صواريخ في قاذف عملاق ينطلق نحو القمر.
- إطلاق سفينة «أم» تدور حول القمـر حيث تنطلق منها مركبة صغيرة للنزول على سطح القمر والعودة.

وكان الاقتراح الثـالث وهو دوران السفينة الأم حـول القمر، جذابـا بشكل بارز، إذ إنه سيلغي ضرورة حمل السفينة الكاملة إلى القمر وبذلك يقلل مقدار الدفـع المطلوب. وعلى كل حال فقـد كان العاملان الحاسمان لاختيـار أي من البدائل المقترحة هو مقدار الدفع المطلوب ومـدى تعقيد أو بساطة التكنولوجيا المطلوبة لتنفيذ الاقتراح.

ولم يكن واحد من هذين العاملين بسيطا أو سهلا، فلكي تستطيع «ناسا» أن تثبت إمكان تنفيذ البديل القمري وتحل مشكـلاته التقنية، كان لابد لها من أن تطلق برنامج فضـاء كاملا مستقلا بذاته هو برنـامج «جيميني» والذي كان مـن أهم أهـدافه إثبـات وتطويـر المفـاهيم العلميـة والأساليـب التقنية التـي ستستخدم في بـرامج أبوللـو. وبدأ برنـامج جيميني على التـوازي مع برنـامج أبـوللو في ديسمبر١٩٦١ وكان هدفـه الرئيسي تطـوير تقنيات الفضـاء المأهول استعدادا للهبوط على القمر.

أما مسألة توفير قوة الدفع اللازمة لتحقيق هذا الحلم البشري الطموح فهي قصة مثيرة تستحق بكل تأكيد أن نفرد لها الفصل التالي.

## ساترن – ٥ :

عندما أصبح الصعود إلى القمر هدفا قوميا للولايات المتحدة، كان أكثر مايؤرق المختصين والعلماء في «ناسا» هو القاذف القادر على حمل هذه الحمولة الكبيرة من بشر وأجهزة ومعدات إلى هذه المسافة الهائلة والعودة بهم. كان واضحا أن هناك حاجة لقاذف عملاق، ولم يكن هناك مجرد سابقة لمثل هذا الصاروخ، فلم يحاول أحد بناء صاروخ بهذه القوة من قبل، وفي الواقع لم يكن هناك ما يشبهه بعد انتهاء برنامج أبوللو.

وعندما تم بناء هذا القاذف الهائل كان يقف بقامته العملاقة (١٠٨ أمتار) فوق سطح الأرض أو بارتفاع مبنى من ستة وثلاثين طابقاً شاهدا على قدرة الإنسان وعظمته عندما يقبل التحدي بأنبل مافيه من التطلع إلى المعرفة واقتحام المجهول. كان هذا هو الصاروخ ساترن–٥ أضخم صاروخ بناه الإنسان على الإطلاق.

كان الصاروخ ساترن بأطواره المختلفة من تصميم العالم الأمريكي الألماني الأصل فيرنر فون براون والذي يرجع إليه الفضل أكثر من أي شخص آخر في نجاح برنامج الفضاء الأمريكي وعلى الأخص برنامج أبوللو. وعندما يذكر العلماء الرواد لاختراق الإنسان للفضاء يجب أن يذكر مع فيرنر فون براون، وفي الوقت نفسه، العالم السوفييتي الكبير «سيرجي بافلوفيتش كوروليف»، فقد كان هذان العالمان العظيمان على قمة منظومتي الفضاء في كل من القوتين المتنافستين الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي خلال حقبة التنافس الكبير. وفي الواقع كانت ملحمة سباق الفضاء في جزء كبير منها سباقا بين هذين العقلين فون براون وسيرجي كوروليف[٢].

ومن اللائق عندئذ أن نذيّل هذا الباب عن أبوللو بسيرة هذا العالم العظيم فيرنر فون براون كما ذيلنا الباب الثاني الذي ذكرنا فيه سبوتنيك ورحلة يوري جاجارين بسيرة قرينه سيرجي كوروليف.

كانت عـائلة ساترن قد تم تطـويرها على أساس الصاروخ العـابر للقارات «ردستون» والذي كـان فون براون يعمل في تطـويره قبل أبوللـو. ومر الصاروخ بثلاثة مراحـل تطويرية أساسية هي ساترن-١ ثم ساترن-١ب الذي استخدم في إطلاق ابوللو-٧ وأخيرا الصاروخ العملاق ساترن-٥.

كانت خطة «ناسا» للوصـول إلى القمر والتي تعتمد على وضع سفينة «أم» في مدار حول القمر تنطلـق منها مركبة قمرية صغيرة للنـزول برواد الفضاء على سطح القمر والعـودة، تحتاج إلى قوة دفع تصل في مجملها إلى أكثـر من ثلاثين ميجانيوتن(*) وهي قوة دفع أكبر بكثير مما كان يمكن لأكبر الصواريخ المتاحة توليده. ولتوليد قـوة الدفع الهائلة هذه قام فون براون وفـريقه بتجميع عدد من محركات الصواريخ في «حزم» تضم إلى الصاروخ الأصلي لتزيد من قدرته.

كان الصـاروخ ساترن-٥ مكوناً مـن عدة مراحل، وكـانت المرحلة الأولى مكونة من خمسة محركـات ذات وقود سائل من الكيروسين والأكسجين السائل تعطـي كل منهـا حوالي ٦,٧ مليـون نيوتـن بإجمالي قـوة دفع ٣٣ميجانيـوتن. وتستطيع هذه المرحلة رفع الصاروخ الهائل بحمولته إلى ارتفاع ٦٤كيلومتراً فوق سطح الأرض في ٢,٤ دقيقة ثم تنفصل لتبدأ المرحلة الثانية.

وتكونت المرحلـة الثانية من خمسة محركـات من طراز J-2 وهـو محرك قـوي يستخدم الهيـدورجين والأكسجين السائلين. ويسمـى هذا النـوع بالمحـركات فائقة التبريد Cryogenic لأن وقودها يحتاج إلى حفظ في درجات حرارة شديدة الانخفاض (مئات الـدرجات تحت الصفر المئوي) فيخـزن الأكسجين السائل عنـد درجـة ١٨٢ تحت الصفـر المئـوي فيما يخزن الهيـدروجين السـائل في درجة-٢٥٢ درجة مئوية. ورغم صعوبة التعامل مع الهيدروجين السائل الذي يمثل صعوبة بالغة في تخزينه حيث يمكن أن ينفجر بمجرد ملامسته الهواء فإن

---

* تقاس قوة دفع الصواريخ بوحدة تسمى «نيوتن»، وهي القوة اللازمة لتحريك كتلة مقدارها ١ كيلو جرام بعجلة أو تسـارع مقداره ١ متر/ ثانية، ولتقريب قـوة الدفع لهذا الصاروخ نذكر أن قـوة الدفع لطائرة مقـاتلة مـن طراز F-16 تعادل ١١٠ كيلو نيوتـن، وبالتالي فإن المحرك الواحـد من محركات ساترن الخمسة يعادل نحو ٦٠ محركا من محركات F-16 تزمجر كلها في وقت واحد.

فون براون كان ميالا لهذه التقنية الحديثة نظرا للكفاءة الكبيرة لهذا النوع من المحركات والتي تسمح بالحصول على قوة دفع كبيرة بالمقارنة بوزن الوقود.

كانت قوة الدفع التي يمكن الحصول عليها من المحرك J-2 تصل إلى ٤٠٠ ألف نيوتن لكل محرك بإجمالي قوة دفع ١,٦ ميجانيوتن كانت كافية للوصول بالمرحلة الثانية إلى سرعة ٢٢٤٠٠ كم/ ساعة وارتفاع ١٩٢ كيلومترا بعد ست دقائق من إشعالها.

أما المرحلة الثالثة فتكونت من محرك واحد من طراز J-2 وهذه المرحلة هي التي تضع الصاروخ في مداره حول الأرض، وفي وقت لاحق يمكن إعادة إشعالها لتسارع بالمركبة الفضائية نحو مدارها القمري.

## فيرنر فون براون(١٩١٢-١٩٧٧)

يعتبر العالم الألماني الأصل فيرنر فون براون الأب الحقيقي لبرنامج الفضاء الأمريكي. وكانت ذروة نجاحه لحظة الهبوط على القمر، كما يعتبر هو وقرينه السوفييتي سيرجي بافلوفيتش كوروليف القوة الدافعة الحقيقية وراء غزو الإنسان للفضاء. ولد فيرنر فون براون في ألمانيا في ٢٣ مارس١٩١٢ واهتم بالفضاء منذ عام١٩٣٠ عندما كان يدرس في الجامعة التكنولوجية. وفي تلك الفترة التقى رائد علوم الصواريخ الألماني هرمان أوبرث، وأصبح عضوا بجمعية VFR أو «الارتحال في الفضاء» والتي كانت تجمع الألمان المهتمين بعلوم الفضاء والصواريخ في الثلاثينيات وكانت تجري تجاربها في برلين. ولقد عمل فون براون مساعدا للضابط الألماني «دورنبرجر» الذي سبقه إلى فكرة الصاروخ، حتى فطن هتلر لجهودهما، وعندما تيقن من نجاحها رقى الأول إلى رتبة قائد عام ومنح الثاني لقب بروفسير.

كان فون براون مهتماً بتطوير تقنية الصواريخ ذات الوقود السائل، وقدم في ذلك رسالته للدكتوراه في عام١٩٣٢، وفي ١٩٣٠ وقع عقدا مع الجيش الألماني لإجراء أبحاث على الصواريخ كسلاح حربي. وتمكن هو وفريقه من تطوير الصاروخ ف-٢ الذي أطلق بكثافة على لندن وجنوب إنجلترا قرب نهاية الحرب العالمية الثانية، وفي أوج برنامج الصواريخ الألماني بلغ عدد العاملين مع

فون براون ستة آلاف شخص. وفي ٢ مايو ١٩٤٥ سلم نفسه ومجموعته للقوات الأمريكية، وبدأ منذ ذلك الحين العمل في برنامج الصواريخ الأمريكي.

وفي الولايات المتحدة استمر فون براون في تطوير الصواريخ، وكان الصاروخ الذي بدأ به هو الصاروخ «ردستون» والذي كان مبنيا على الصاروخ ف-٢ ومقاربا له في المدى والحمولة، وأطلق في ٢٠ أغسطس ١٩٥٣. وفي ١٩٥٤ قدم فون براون اقتراحا بتصميم قاذف لاستخدامه في غزو الفضاء لكن اقتراحه لم يلق استجابة كافية. ومن ١٩٥٥ حتى ١٩٥٧ عمل في تطوير صاروخ عابر للقارات يعمل بالوقود السائل بحمولة طن تقريبا ومدى حوالي ٥٠٠٠ كم وهو الصاروخ جوبيتر.

برز دور فون براون بعد إطلاق السوفييت القمر الصناعي سبوتنيك مفتتحين بذلك عصر الفضاء، واتجهت الولايات المتحدة التي فوجئت بهذا التحدي الذي لم تكن مستعدة له إلى مواطنها الألماني الأصل والذي استطاع في غضون شهور قليلة إطلاق القمر الصناعي المستكشف-١ باستخدام الصاروخ جوبيتر بعد إضافة مرحلة رابعة إليه. وتوالت إنجازات فون براون في سباق مع الاتحاد السوفييتي حتى توجت إنجازاته بتصميمه القاذف العملاق ساترن-٥ والذي حمل السفينة أبوللو وركابها إلى القمر.

وبعد انتهاء برنامج أبوللو في ١٩٧٢ عمل فون براون لمدة عامين نائبا لرئيس «ناسا» للتخطيط، وهو منصب إداري غير مناسب لقائد برنامج أبوللو الذي لم يسعد به بطبيعة الحال فاستقال في ١٩٧٤ وانتقل للعمل في شركة لتصنيع الأقمار الصناعية حيث كان مهتما باستخدامات الأقمار الصناعية في الاتصال وخاصة في الدول النامية. وفي ٣١ ديسمبر ١٩٧٦ تقاعد فون براون نظرا لتدهور صحته، وتوفي في ١٦ يونيو ١٩٧٧.

## الاستعداد للصعود إلى القمر:

في ١١ يوليو ١٩٦٢ أعلنت «ناسا» أن الاختيار قد استقر على البديل الثالث للصعود إلى القمر وهو إرسال السفينة الأم إلى مدار قمري وإنزال

المركبة القمرية على سطح القمر. وعلى الفور بدأت موجة من العمل المكثف لوضع كل التفاصيل بعد أن تم اتخاذ القرار الرئيسي. كان هناك العديد من المهام التي تحتاج إلى عناية ودراسة، فكان هناك تصميم السفينة الأم والمركبة القمرية ودراسة الملاحة من الأرض إلى القمر وتخطيط المهام المتتالية من برنامج أبوللو والتي تختبر كل منها نظاما معينا أو تتأكد من صلاحية جهاز ما.

وكان هناك اختيار وتدريب رواد الفضاء. وكم كان ذلك مثيرا. كان نجوم ذلك العصر وأبطاله هم رواد الفضاء، وفي سبتمبر١٩٦٢ كان هناك ستة عشر فضائيا، وأضيف إلى هؤلاء أربعة عشر رائدا في أكتوبر١٩٦٣. وكان هؤلاء الفضائيون الثلاثون بالإضافة إلى ستة علماء تم اختيارهم في يونيو١٩٦٥ وتسعة عشر طيارا في أبريل ١٩٦٦ هم المجموعة التي تكون منها الفريق لمختلف مراحل برنامج أبوللو. وكان لابد من إنشاء مركز الفضائيين تدريبا وصحة.

وشملت الترتيبات إنشاء غرفة مفرغة لاختبار الرواد في جو يماثل جو الفضاء المفرغ، وكذلك تعويدهم على هذا الجو. كما شملت مسارع لتمثيل عجلة التسارع التي يتعرض لها الفضائيون عند الإطلاق، وكان أن أنشأت «ناسا» مركز مركبات الفضاء المأهولة في هيوستون-تكساس.

ولمواجهة المخاوف من احتمال عودة الفضائيين بجراثيم وأمراض غير معروفة على الأرض أنشأت «ناسا» «معمل الاستقبال القمري» لاستقبال العينات والرواد العائدين من رحلات فضائية وفحصهم فحصا دقيقا. أما مركز كنيدي للفضاء فقد أسند إليه مهام تجميع واختبار وإطلاق مركبات أبوللو- ساترن للفضاء.

وفي عام١٩٦٥ كانت المهام قد تحددت والأشخاص قد اختيروا وأنشئت كل التجهيزات اللازمة، وبدأ العد التنازلي لأعظم مهمة علمية في تاريخ البشرية.

# الفصل الثاني

# برنامج أبوللو
## المهام والاستعدادات

في عام١٩٦٣ بدأت الاستعدادات لإطلاق أبـوللو والعمليات التي سوف تقوم بها المركبات لهبـوط رائدي فضاء على الوجه القـريب من القمر، وكـذلك التجارب العلمية التـي سوف يجريها هؤلاء الرواد عند نـزولهم على القمر. وكان الجزء الأكبر من هـذه المهمة هـو المتعلق بالـوصول إلى القمـر، أما مـاذا يفعل الرواد عند وصولهم هنـاك فكان أمراً ذا أهمية ثانويـة. وبهذا الشكل تم تقسيم مهمة أبوللو إلى تسع مراحل لكل منها جزئياتها وتفصيلاتها العديدة:

١- الإطلاق.

٢- الوصول إلى مدار أرضي مؤقت حيث يتم الدوران حول الأرض واختبار الأجهزة.

٣- القذف نحو القمر.

٤- الوصول إلى مدار قمري.

٥- هبوط المركبة القمرية على القمر.

٦- المهام على سطح القمر.

٧- صعود المركبة القمرية.

٨- الالتحام مع السفينة الأم في المدار القمري.

٩- العودة والهبوط في المحيط الهادي.

وفي ترتيب هذه الأولويات كان مـن الطبيعي أن تأتي المهام التي سوف يتم إجراؤها على سطح القمر في تـرتيب متأخر، بل إنه حتى مرحلـة متقدمة نسبيا في برنامج أبـوللو لم يكن أحد يعرف على وجه التحديد مـا الذي سيفعله الرواد على سطـح القمـر، لأن الهدف الأسـاسي للـرحلـة كـان في الحقيقـة هـو مجرد الوصول إلى «هناك».

ورغم الغـرابة الظاهريـة لهذا الموقف لأول وهلة، فـإنه في الحقيقة ليس غـريبا تماما، أو على الأقل فـإنه ليس بأكثر غـرابة من متسلقي الجبال الـذين يتجشمون صعـابا جمة ويتخـذون استعـدادات كبيرة للصعـود إلى قمم الجبـال، فقـط لأنها «هناك». على أي الأحوال فـإن الاهتمام العلمي البحت ببرنامج أبـوللو لم يأت إلا متأخراً، ونحن هنا نميز بين الاهتمام العلمي، وهو هنـا المتعلق بالجيولوجيا ونشأة القمر وطبيعـة جوه.. الخ، والاهتمام التقنـي الذي كـان له بطبيعة الحال المكـانة الأولى، فقد غطت المشكلات والتحديات التكنولوجيـة في برنامج الوصول للقمر على برنامج التجارب العلمية التي يمكن إجراؤها على سطحه.

وأخذ علماء «القمـر» من جيولـوجيين وعلماء مواد وفيزيـائيين وعلماء مناخ وغير ذلـك كراسي خلفيـة بـالنسبة للمهنـدسين والتكنـولوجيين. وفي أواخـر ١٩٦٥ بدأت أول اقتراحـات لمهام علميـة في الظهور، وكـان من الطبيعـي أن تكون أولى هـذه المهام هـي إحضار عينات مـن تربـة القمر وصخـوره، وهي مهمة حققها السوفييت بمركبات فضاء آلية غير مأهولة. كذلك تقرر كإحدى المهام العلمية، التجول بمركبة قمرية على سطح القمر حول نقطة النزول.

كان على الفضائيين أن يتدربوا على عدد كبير من المهام الشاقة، كان من أهمها قيادة المركبة التي سـوف تنزل بهم على سطح القمر، وكانت مهمـة دقيقة إذا لم تتم بإحكام فمن الممكـن أن تتحطم المركبة على سطح القمر. من نـاحية أخرى فهناك العودة بـالسفينة الأم إلى الأرض ومخاطر الاحتراق في الغـلاف الجوي. كذلـك كان عليهم أن يتـدربوا على «السير» في الفضـاء وعلى مهام في أجـواء تماثل جـو القمر. وفيما يختص بالجاذبية الضعيفة فقد تم تصنيع جهاز يعطي سدس الجاذبية الأرضية ليتم داخله التدريب على الحركة في جاذبية القمر.

وقبل محاولة إرسال طاقم من رواد الفضاء تم تجربة تسعة عشر إطلاقا بين أكتوبر ١٩٦١ ويوليو ١٩٦٦، اختص عشرة منها باختبار القاذف وأربعة لإثبات أن المحركات يمكن أن تعمل معاً كمرحلة واحدة واختبار واحد لانفصال المرحلة الثانية وخمسة لإطلاق نماذج لسفينة القيادة.

وفي ٢٨ يناير ١٩٦٧ كانت هناك مهمة لمحاكاة رحلة إلى مدار أرضي لمدة أربعة عشر يوما بثلاثة رواد، وانتهت التجربة نهاية مأساوية نتيجة احتراق الكابينة. وكان يمكن أن يوقف مثل هذا الحادث كل التقدم الذي تم في البرنامج الأمريكي، لكن «ناسا»، بدعم من الإدارة الأمريكية والكونجرس تجاوزت هذا الحدث المأساوي، وبعد إجراء تعديلات في تصميم الكابينة لتلافي وقوع مثل هذه الحوادث استمر العمل في برنامج أبوللو دون تباطؤ.

وفي ٩ نوفمبر من العام نفسه أطلقت أبوللو-٤ بنجاح، واستطاعت المرحلة الأولى من ساترن-٥ أن تولد دفعاً قدره ٣٣ ميجانيوتن، واشتعلت المرحلتان الثانية والثالثة في ترتيبهما الطبيعي لتضعا سفينة الفضاء في مدار حول الأرض، وتم في هذه التجربة اختبار أجهزة السفينة والغطاء الواقي الحراري.

وفي ٢٢ يناير ١٩٦٨ كانت مركبة القمر جاهزة للاختبار، وكانت مهمة أبوللو-٥ مخصصة لهذا الغرض، وكان أهم جزء في الاختبار هو المحرك متغير الدفع المخصص للهبوط اللين على سطح القمر، وتم هذا الاختبار بنجاح.

وفي ٤ أبريل ١٩٦٨ كانت التجربة الكاملة لـ «أبوللو-٦». ورغم أنها مرت بعدة مشكلات فإنه في ١١ أكتوبر من العام نفسه تم إطلاق أبوللو-٧ والتي كانت أولى التجارب للسفينة المحسنة. ونتيجة لنجاح هذه الرحلة تقرر أن يطلق طاقم من رواد الفضاء في رحلة حول القمر. وكانت أبوللو-٧ التي أطلقت في ٢١ ديسمبر ١٩٦٨.

وفي ٢٣ ديسمبر عبرت أبوللو-٨ المنطقة التي تكون فيها جاذبية القمر معادلة لجاذبية الأرض، وفي اليوم التالي أطلقت الصواريخ الكابحة التي

أمكنها وضـع السفينة في مـدار ١١٠كـم فوق سطـح القمر. وبعـد عشر دورات حول القمر أطلقـت الصواريخ مرة أخرى لتضع السفينـة في طريق العودة نحو الأرض.

وكانـت هذه هي الرحلـة التي تم فيها تصـوير القمر عن قـرب، وأذيعت هذه الصـور تليفزيونيـا، ولأول مرة بدا سطح القمـر أجرد صحراويـا لا حياة فيه، ولعـل بعض المشاركين في بـرنامج أبـوللو فكـروا في ذلك الوقـت أنه ربما يكون من الأفضل ألا نصل إلى القمر بعد كـل ما تم، وربما يكون من الأفضل للقمر ولنـا أن تظل صـورته شـاعرية رومـانسية في أذهـاننا وألا نفسـدها بهذه التجارب التي يبدو أنها خالية تماما من الرومانسية.

ورغم أن هذا يقال بشيء من التفكه، فإن الحقيقة أن حوارا اندلع في أماكن كثيرة ــ خارج «نـاسا» بطبعـة الحال ـ بعـد إذاعة صـور القمر الأولى تتسـاءل برومانسيـة: هل من حقنا أن ندمـر الصورة الكلاسيكية البديعـة للقمر؟ وبدا على كل حـال أن الشعراء والحالمين في العالم على وشـك أن يسلموا معقـلا آخر من معاقلهم إلى العلماء والمهندسين.

وأيا كـان الأمر فلاشـك أن هذه الأفكـار لم تجد صدى كبيراً داخل «نـاسا» التي كان قلقها الأكبر أن عام١٩٦٩ قد هل، وبدأت «ناسا» تخشى أن ينتهي عقد الستينيـات ولم تحقق الهدف الذي أنـاطه بها الـرئيس كنيدي. كـان هناك اختباران حسـاسان لابد مـن إجرائهما لتنتهـي سلسلة الاختبارات قبـل المهمة الحقيقية. وتم هذان الاختباران بنجاح في مارس ومايو ١٩٦٩

وقد تركزت في الرحلتين أبوللو ـ ٩، ١٠ المهام الضرورية للهبوط على القمر وخاصـة اختبار أداء المركبة القمـرية وتدريـب الرواد على استخدامهـا وكيفية الصعود بها من القمـر والتحامها بالسفينة الأم. كما تـدرب الرواد على الملابس التي سيرتدونها على القمر، وأغطيـة الرأس كذلك، والتأكد مـن سهولة الحركة بها. هذا بالإضافة إلى التقاط الصور من مدارات قريبة لتحديد أنسب الأماكن الصـالحة للهبوط المرتقـب على القمر. واستقـر الأمر على المفـاضلة بين خمسـة أماكن خالية من التضاريس والفجوات، واستقر الرأي على «بحر الهدوء».

# الفصل الثالث

# أبوللو-١١

# الهبوط على القمر

وأخيرا جاء اليوم المشهود. . . وكان يوم ١٦ يوليو ١٩٦٩ . وعلى مشهد من العالم كله بدأت أحداث يوم لم تملكه الولايات المتحدة فحسب ولكن كان ملكا للبشرية بأسرها. وسنحاول في الفصل التالي أن نستعرض معاً أحداث تلك الرحلة وتلك الأيام الباهرة عن طريق استعادة شريط الأحداث كما أذاعته «ناسا» في ذلك الحين[٣] .

## رحلة أبوللو - ١١ - الصعود إلى القمر

**٢ يوليو:**

إجراء عد تنازلي تجريبي لرحلة أبوللو-١١ في مركز كنيدي للفضاء.

**٥ يوليو:**

الرواد الثلاثة يعقدون مؤتمرا صحفيا في مركز مارشال للفضاء، ولكنهم يجلسون على بعد خمسين قدما من الصحفيين لتفادي احتمال إصابتهم بأي ميكروبات قد تعطل الرحلة.

**١٠ يوليو:**

بدأ العد التنازلي لأبوللو-١١ قبل ٩٣ دقيقة من لحظة الإطلاق.

**١٦ يوليو:**

في الساعة ٩:٣٢ صباحاً بتوقيت شرق الولايات المتحدة، جاء اليوم المشهود. . وعلى مشهد من العالم الذي تابع الإطلاق بوساطة التليفزيون في

سبع قارات وثلاث وثلاثين دولة ،ومن المقـدر أن عدد المشاهدين في الولايات المتحدة يبلغ خمسة وعشرين مليونا. وطبقا للخطة فإن المرحلة الثالثة S-IV-B التي تحمل سفينة الفضـاء تدور في مدار انتظار أرضي على ارتفاع ١١٨,٥ ميل من سطح الأرض.

وبعد فحص الكمبيوتر جميع الأجهـزة، يتم إشعال محرك المرحلة الثالثة للمرة الثانية للانتقال نحو مـدار قمري. سفينة القيادة تنفصل من المرحلة الثالثة بـوساطة محركات صغيرة وتستديـر لتلتحم بالمركبة القمـرية الموجودة داخل المرحلة S-IV-B ثم تنفصل سفينة القيادة الملتحمة بالمركبة القمرية عن المرحلة الثالثة.

**١٧ يوليو:**

كان انتقال سفينة الفضاء أبوللو اليـوم إلى مدار نحو القمر دقيقا بحيث إن تصحيح المسار لم يكن ضروريا، وقد قام الطاقم بإرسال تليفزيوني من السفينة اشتمل على صور للأرض من ارتفاع ١٢٨ ألف ميل.

**١٩ يوليو:**

في الســاعـة ٢٨ : ١م، أبـوللـو تمر بجوار القمـر وتتجـاوزه ثـم تستخـدم الصاروخ الرئيسي لإعادتها إلى المدار القمري.

**٢٠ يوليو:**

أرمسترونـج وآلـدرين يـزحفـان إلى داخـل المركبة القمـريـة، ويختبران أجهزتها ويمدان أرجل الهبوط. في الساعة ٤٦ : ١م المركبة القمرية (النسر) تنفصل عن كولومبيا (سفينة القيادة الأم) فيما تستمر كولومبيا بقيادة كولينز في الدوران حول القمر.

**٢٠ يوليو - ١٨ : ٤م:**

المركبة القمرية تهبط على سطح القمر في المنطقة المسماة «بحر الهدوء». أرمسترونج يبلـغ الأرض: «هيوستـون: هنا قـاعدة بحـر الحدود. . لقد هبط النسر. .».

**٢٠ يوليو - ٥٦ : ١٠م:**

أرمسترونج يأخذ الخطوة الأولى للجنس البشري على سطح القمر بينما يظل آلدرين داخل المركبة ويسجل الحدث، وعلى الأرض يشاهد ٦٠٠ مليون شخص الإرسال التلفزيوني المباشر ويسمعون كلمات أمسترونج وهو يصف الحدث الكبير:

**«إنها خطوة صغيرة لإنسان، ولكنها خطوة عملاقة للجنس البشري».**

**٢٠ يوليو - ١٥ : ١١م:**

آلدرين ينزل إلى سطح القمر بينما يصوره أرمسترونج. يزيح الاثنان الستار عن لوحة مثبتة على عمود خلف المركبة القمرية ويقرآن ماعليها: «هنا وضع رجال من كوكب الأرض أقدامهم على القمر ـ يوليو١٩٦٩ ب. م ـ لقد جئنا في سلام لكل الجنس البشري». وقد قام الرائدان بغرس العلم الأمريكي وهو داخل إطار خشبي حتى لا يتهدد لانعدام الهواء.. وأجرى الرئيس الأمريكي نيكسون حوارا حياهما فيه وأثنى على مجهودهما.

أرمسترونج يصور سطح القمر بينما يختبر آلدرين حركة الإنسان على القمر فيمشي ويعدو ويقفز. ينصب الرجلان أجهزة القياس والتجارب والتي تشمل قياس الزلازل القمرية و«عاكس ليزريا» وجهازا لقياس الرياح الشمسية، ثم يجمعان عينات قمرية في صناديق خاصة.

**٢١ يوليو - ٥٤ : ١م:**

الفضائيان يرتفعان عن سطح القمر في الجزء العلوي من المركبة القمرية بعد ٢١ ساعة و ٣٦دقيقة على سطح القمر. يلحقان بكولينز وينتقلان بعيناتهما إلى السفينة الأم. بقية المركبة القمرية التي صعدا فيها تنفصل وتدور في مدار حول القمر.

**٢٤ يوليو - ٤٦ : ١٢م:**

سفينـة القيادة تـدخل جـو الأرض، ويتـم أول اتصال بينهـا وبين حاملـة الطائرات «هورنت» المنتظرة في البحر لانتشال المركبة.

_ «أبوللو -١١ . . أبوللو-١١ هنا: «هورنت». حوّل.

_ «هورنت» هنا أبوللو-١١ نحن نسمعكم بوضوح.

وبعد أربع دقائق ترتطم مركبة القيادة بمياه المحيط الهادي ليخرج منها رواد القمـر بعد مهمة استغـرقت ١٩٥ساعـة في الفضاء، وتكلفت نحـو عشرين بليون دولار (بحساب الستينيات)(٤) وشغلت جيلا كاملا من العلماء والفنيين الذين بذلوا جهداً فائقا على الأرض طوال تسع سنوات رائعة.



# الفصل الرابع

# ما بعد النزول على القمر

## هل حاول السوفييت إنزال إنسان على القمر؟

لم يعرف الكثير حتى وقت قريب عن برنامج السوفييت للوصول بمركبة مأهولة إلى القمر و إنزال إنسان عليه، وحتى عما إذا كان هناك مثل هذا البرنامج أصلا.

وحتى سنوات قليلة ماضية ظل السوفييت يعلنون رسميا أن الولايات المتحدة كانت وحدها في سباق القمر وأن السوفييت لم ينووا أصلا الوصول إلى القمر برواد فضاء وبالتالي لا يمكن ادعاء أنهم فشلوا فيما لم يحاولوه.

وكان وجود برنامج سوفييتي للقمر محل تكهنات عديدة من المراقبين لأنشطة الفضاء، لكن سياسة المكاشفة أو المصارحة «Glasnost»[(٥)] وانهيار الاتحاد السوفييتي غيرا هذا الوضع وأديا إلى ظهور عدد من المقالات بأقلام المساهمين الرئيسيين في هذا البرنامج كشفت عن وجود برنامج سوفييتي للوصول إلى القمر.

وكشفت هذه الوثائق عن أن البرنامج تعرض منذ البداية لصراعات كبيرة داخل المؤسسات الصناعية والعسكرية السوفييتية المسؤولة عن برنامج الفضاء أدت إلى انقطاع التعاون بين هذه المؤسسات وعدم إتاحة الإمكانات الكاملة بل و إضاعة الجهد في إعادة تطوير بعض عناصر القاذفات الفضائية.

وعمد السوفييت أن يكون موعد هبوط السفينة لونا ـ ١٥ على القمر متزامنا مع وقت هبوط الرواد الأمريكيين على سطحه في ٢٠ يوليو. وكانت السفينة قد أطلقت قبل ٧٠ ساعة من بدء رحلة أبوللو ـ ١١ دون إعلان عن مهمتها. وقد تطرق الظن إلى أن هدفها تحويل الأنظار، ولكن بعد فشل مهمتها، علم

أنه كان مخططا أن تقوم (لونا ـ ١٥) بإحضار عينات من تربة القمر إلى الأرض. وكأنهم كانوا يريدون أن يقولوا للعالم إننا نستطيع أن نحقق ما حققه الأمريكيون، ولكن بوسائل أبسط ودون مخاطر.

ثم كانت الضربة الشديدة بالوفاة المبكرة وغير المتوقعة للشخصية الرئيسية في برنامج الفضاء السوفييتي كله وهو العالم الروسي سيرجي كورولييف في ١٩٦٦ والذي كان شخصية محاطة بتعتيم كامل، وكان يشار إليه فقط باسم «المصمم الرئيسي»، ولم يكن معروفا خارج دائرة ضيقة جدا على قمة الاتحاد السوفييتي، ولم تعرف شخصيته الحقيقية إلا بعد موته.

وأهمية هذا الموضوع ترجع إلى دراسة الأسباب التي تؤدي إلى نجاح أو فشل المشروعات الكبيرة مثل السفر إلى القمر والتي تحتاج إلى حشد شامل لكل موارد الدولة وإمكاناتها، وإلى دعم القيادات والمؤسسات المتصلة بالمشروع، وإلى اتخاذ القرارات الفنية بشكل منهجي موضوعي وإبعادها عن الصراعات الشخصية والمؤسسية ومناطق تنازع النفوذ وهو مارأيناه من قبل في صراع الأسلحة المختلفة داخل الجيش الأمريكي على برامج الصواريخ في بداية برنامج الفضاء الأمريكي والذي أدى في النهاية إلى إنشاء وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» وإسناد كل أنشطة الفضاء إليها.

والغرض في النهاية ـ بالنسبة إلينا ـ يبقى تحليل واستخراج الدروس المستخلصة بغرض الاستفادة منها فيما لو قدر لأمتنا العربية أو لإحدى دولها أن تدخل في برامج من هذا النوع أو تقوم بمبادرات في هذا المجال.

وهناك تنبيه بشأن مصادر الكتابة عن الفضاء تقتضيه هنا النظرة الموضوعية، وهو أن توافر المصادر الأمريكية عن سباق الفضاء وندرة المصادر السوفييتية قد يؤديان إلى صبغ التحاليل والتقارير التي تكتب عن هذا السباق بصبغة أكثر ميلا إلى الجانب الذي تتوفر منه معلومات أكبر. وهناك بعض الضمانات التي توازن هذا الاحتمال وهي:

ـ أن الحقائق والأرقام الموثقة التي توردها التقارير تظل بعيدة عن هذا الميل، فلا شك مثلا في أن الأمريكيين قد هبطوا على القمر وأن

السوفييت لم يفعلوا ذلك، كما أن معلومات كأحجام وقدرات الصواريخ الأمريكية والسوفييتية هي معلومات يمكن للمختصين مقارنتها وفحص أي مزاعم بشأنها.

- أتاحت سياسة المكاشفة السوفييتية، كما ذكرنا، معلومات أدت إلى تثبيت أو نفي الفروض السابقة التي كانت من قبل مجالا للتكهنات والتخمين.

- هناك عدد من المساهمين الرئيسيين في برنامج الفضاء السوفييتي في الستينيات، وأكثرهم شهرة ب. ف. ميشين[٦]، الذي رأس برامج رحلات الفضاء المأهولة ما بين عامي١٩٦٦ و١٩٧٤، قد سمح لهم مؤخراً بتسجيل ذكرياتهم عن تلك الفترة وإتاحتها للاطلاع.

- التقارير الأمريكية بشأن الفضاء رفع الحظر عن معظمها بعد مرور خمسة وعشرين عاماً عليها، وأصبح من الممكن للمراقبين التأكد من المعلومات التي كانت لديهم عن البرامج المختلفة.

- التقارير والتحاليل الصادرة عن معاهد غير أمريكية (فرنسية وبريطانية وعن الأمم المتحدة) هي بطبيعة الحال أكثر ميلا إلى الحيدة، وهناك عدد من المصادر التي اعتمدنا عليها هنا والتي تنتمي لهذه الفئة.

بهذه التحفظات التي تضمن لنا قدراً معقولاً من الموضوعية نقترب من البرنامج السوفييتي للوصول إلى القمر والذي تتجمع من التحليلات والتقارير المتاحة عنه ملامح القصة المثيرة التالية[٧].

عندما أعلنت الولايات المتحدة عن برنامجها للوصول إلى القمر وإنزال إنسان على سطحه كان كوروليف مهندس الفضاء السوفييتي الأول رئيسا لأحد مكاتب التصميم، وهي المقابل السوفييتي لشركات الفضاء والطيران الغربية، وكان قد صمم الصاروخ الروسي الناجح الذي استخدم في جميع رحلات الفضاء التي حملت برامج سبوتنيك وفوستوك وفوسخود. وكان من سوء حظ المشروع الفضائي السوفييتي أن كوروليف تورط في نزاع شخصي

وفني مـع أحد كبار المصممين لمحركـات الصواريخ السوفييتيـة وهو ف . ب . كلوشكو (يرجـع الخلاف بين الرجلين إلى الثلاثينيات عندما سـاعدت شهادة كلوشكو على إرسال كوروليف إلى معسكر للعمل القسري) . وقد بلغ الخلاف بين الـرجلين حدا جعـل كلـوشكو يـرفـض التعاون مـع كـوروليف في صنـع صاروخ جديد يستخدم لمهمة غزو القمر.

وبدلا مـن ذلك عقد كلوشكـو حلفا بين مختبره (مختبر ديناميكـا الغازات) ومكتب تصميـم آخر يـرأسه مهنـدس آخر ذو حظـوة سياسيـة هو «ف . ن . كيلـومي» ليصمما معـاً صـاروخاً يحمـل المركبة القمـريـة . ونتيجة لاعتبـارات سياسية حصل كيلومي على تأييد خروشوف لبرنامجه لإرسال مركبة لتدور حول القمر. وفي أغسطس مـن عام١٩٦٤ تلقى مكتـب كيلومي موافقـة الكرملين على صنع كـل من سفينة الفضـاء وصاروخ UR-500 (عرف فيما بعـد باسـم بروتـون وتسوقه روسيـا حاليا لحمل أقمار صنـاعية تجارية) لإرسـال رواد فضاء في بعثـة للدوران حـول القمر يتفـق موعـدها مـع الذكـرى الخمسينية للثـورة البلشفية في أكتوبر١٩٦٧ .

لكن إزاحـة خروشـوف عن السلطـة في ١٩٦٤ أفقـدت كيلومـي التأييـد السياسي الذي كان يعتمـد عليه في برنامجه . واكتشفت القيادة السيـاسية التي تلت خـروشوف محدودية تقـدم المؤسسة التي كانـت تتلقى نصيب الأسـد من الموارد المخصصة للمهمة القمـرية ، ونتج عن ذلـك إلغاء التعاقد مـع كيلومي وإيقاف برنامج الدوران حول القمر الذي كان ينفذه .

وفي تلك الأثناء كان العبقري كوروليـف يطور صاروخاً للصعود إلى القمر سمي N-1، وقد ظل وجود هذا الصـاروخ العملاق محل تكهنات من الغرب مدة طويلة حتى كشف عن قصته الغريبة في ١٩٨٩ . ولكن نظرا لعدم إمكان الاستفادة مـن خبرة معمل كلوشكـو لدينـاميكا الغازات في تصميـم محركات ذلك الصاروخ العمـلاق، كان على كوروليف اللجوء إلى معمـل آخر لم يكن يملك خبرة كافية في محركات الدفع الفضائي .

وبعد سقوط خروشوف طلبت الحكومة السوفييتية من كوروليف أن يصمم بعثة للدوران حول القمر شبيهة بمشروع كيلومي الملغى. وفي شهر سبتمبر من عام ١٩٦٥ تقدم كوروليف وكيلومي بخطة يمكنها أن تستخدم صاروخ كيلومي UR-500 مع مرحلة أعلى طورها كوروليف للصاروخ N-1 ونسخة للمركبة الجديدة سويوز التي صممها كوروليف لتحمل رائدين (لاتزال هذه المركبة تعمل - في صورة معدلة - حتى منتصف التسعينيات، وسوف تستعمل لحمل رواد الفضاء إلى محطة الفضاء الدولية). وكان هدف الخطة أن يسبق الاتحاد السوفييتي الولايات المتحدة في الوصول إلى القمر في عام١٩٦٨ . وبينما كان المشروع السوفييتي يكتسب قوة الدفع اللازمة حدثت الكارثة، إذ توفي سيرجي كوروليف فجأة إثر جراحة روتينية بسيطة.

مر برنامج الوصول للقمر بعد كوروليف بصعوبات عديدة، فقد فشلت الرحلة الأولى لمركبة الفضاء سويوز في ١٩٦٧ وقتل رائد الفضاء على متنها، إلا أن شهر سبتمبر من عام١٩٦٨ شهد نجاحا لبعثة زوند-٥ والتي حملت كائنات حية من ضمنها عدة سلاحف إلى مسار حول القمر وعادت بها سالمة. وبذلك بدا أن رحلة سوفييتية إلى القمر أصبحت وشيكة.

وفي ذلك الحين كانت الولايات المتحدة تقترب من هدفها للنزول بإنسان على القمر إلا أنها كانت تعاني من القلق لاحتمال سبق الاتحاد السوفييتي لها في تحقيق هذا الهدف، ولذلك ضغطت الولايات المتحدة برنامج أبوللو عدة شهور وأضافت مهمة جديدة هي أبوللو-٨ برائدي فضاء حول القمر.

## البرنامج السوفييتي لاستكشاف القمر بعد١٩٦٩

لاشك في أن تحقيق الولايات المتحدة هدف وصول إنسان إلى القمر والعودة كان نصرا إستراتيجيا وإعلاميا لا يبارى في هذه الحرب التكنولوجية والعلمية بين القوتين. ورغم أن البرنامج السوفييتي في الفضاء استمر بعد ذلك، وحقق إنجازات علمية وتقنية كبيرة، فإنه بعد أبوللو-١١ تغيرت أوضاع سباق الفضاء

وتراجع الاتحاد السوفييتي إلى المركز الثاني لأول مرة منذ بدء صراع الفضاء الذي أفتتحه هو نفسه منذ اثني عشر عاما بإطلاق سبوتنيك-١ . وبعد أبوللو-١١ ألغى الاتحاد السوفييتي برنامجه للدوران حول القمر بعد أن أصبح واضحا أن أبوللو سبقته بكثير.

أما برنامج الهبوط على القمر باستخدام الصاروخ N-1 فقد لقي مصيرا مؤسفا حيث فشلت المحاولة الأولى لإطلاق الصاروخ في فبراير من عام١٩٦٩ بعد دقيقة من الطيران، أما المحاولة الثانية التي جرت في ٣ يوليو١٩٦٩ قبل ١٣ يوما فقط من انطلاق أبوللو-١١ إلى القمر فقد انتهت بانفجار على المنصة دمر معظم مرافق الإطلاق الأرضية وأخر برنامج الهبوط السوفييتي مدة عامين. وجرت بعد ذلك محاولتان في يوليو١٩٧١ وفي نوفمبر من العام نفسه وباءتا بالفشل أيضا.

وفي الوقت ذاته كان الرواد الأمريكيون يحققون وجودا أمريكيا في رحلات متتالية إلى القمر، وفي ديسمبر١٩٧٢ غادرت البعثة الأمريكية السادسة والأخيرة سطح القمر، وأصبح واضحا أن البرنامج الأمريكي قد حقق أهدافه، وبذلك أسدل الستار على سباق الهبوط على القمر.

واستمر البرنامج السوفييتي لاستكشاف القمر حتى عام١٩٧٦ معتمدا على المركبات غير المأهولة، واستطاع بهذه المركبات المتقدمة أن يحقق أساسا النتائج العملية والعلمية نفسها التي حققها برنامج أبوللو، وإن لم يستطع بطبيعة الحال أن يحقق النتائج الإعلامية والدعائية ذاتها.

اعتمد البرنامج السوفييتي لاستكشاف القمر كما ذكرنا، على إرسال المسبر الفضائي لونا في رحلات متعددة في مدار حول القمر لتصوير سطحه وقياس الخصائص الكيميائية والفيزيائية له. وفي مرحلة تالية تم إرسال المركبة المتحركة «لونخود» لتهبط على سطح القمر وتتحرك مسافات كبيرة على سطحه وتجمع عينات من أعماق مختلفة على السطح.

## الإنجاز العلمي لأبوللو

لايمكـن أن نترك الحديث عـن مهمـة أبوللـو دون أن نقـدم محاولة لتقييـم الإنجاز العلمي المحض لهذه الرحلة التـاريخية بعيدا عن تيارات الحرب الباردة واعتباراتها. والحقيقة أن إنجازات رحلة أبوللو تنقسم إلى قسمين: قسم يتعلق بتطوير تقنيات الفضاء لتحقيق هـذه المهمة الطموح، وهذه يمكن ضمها إلى إنجـازات عصر الفضاء ككـل ولا تختص بـأي منها رحلـة أبوللـو ذاتها، وإن كانـت هي الإنجاز البـارز وسط كل هـذه الإنجازات. والقسم الآخـر يتعلق بالنتائج المباشرة للصعود إلى القمر والعودة منـه بصخور قمرية يمكن فحصها لتكشف عن أسرار هـذا التابع الوحيـد لكوكب الأرض. ونتائج القسـم الثاني في معظمهـا نتائج جيـولـوجية. وبـذلـك تقدم هـؤلاء العلماء الـذين احتلـوا الصفوف الأخيرة خلال مراحل تخطيط وتنفيذ الرحلة والتغلب على صعابها إلى المقاعد الأولى ليحاولوا الآن تحليل المعلومات التي عاد بها الرواد.

لقد عاد رواد الفضاء من رحلات أبوللو المتتالية بين ١٩٦٩و١٩٧٢ بحوالي ٣٨٢ كيلـوجرامـا من الصخـور انتزعـت مـن ستة مـواقع (وقـد استخدمـت مسارات ذات تصميم خاص وإطارات تنطـوي لكي ينتقل بها الرواد عشرات الكيلومترات بعيـدا عن مواقع الهبـوط في رحلات أبوللـو الأخيرة)، وعدد كبير مـن الأسئلـة التـي يتعين البحـث عن إجـابـات لها الآن وبعـد أن أصبحـت الوسائل متاحـة للإنسان لأول مرة، أسئلة تتعلق بعمـر القمر والأرض وكيفية نشأتها وتطورهما عبر العصور الجيولوجية[٨].

كان أول الأسئلة يتعلق بعمـر القمر. وقد أظهرت عملية التأريـخ بالنظائر المشعة أن القمر من نفس عمر الأرض، أربعة بلايين ونصف البليون عام.

وكان السؤال التالي عـن نشأة القمر. كانت هناك ثـلاث نظريات سائدة. كـانت النظـرية الأولى تقـول إن القمر جسـم سماوي نشأ في مكـان آخر مـن المجموعـة الشمسية والتقطته الأرض في مجال جـاذبيتها عندمـا اقترب منها. لم

تكن هذه النظـرية تحظى بقبول كبير بين العلماء إذ إن احتمال أن يستقـر جسم سماوي في مدار حول جسم آخر نتيجـة هذا الاقتراب العشوائي ضئيل إلى حد الانعدام. لكن رحلة أبوللو وضعت هذه النظرية في مرقدها الأخير، إذ ثبت أن صخور الأرض والقمـر بهما كميات متماثلـة من نظـائر الأكسجين مما يـؤكد أن مصدرها واحد، وبالتالي لم يأت القمر من مكان آخر.

وكانـت النظرية الثـانية تقول إن الأرض انفصلـت عنها كتلة القمـر بفعل جاذبيـة نجم اقترب منها. ، ورجح أصحـاب هذه النظرية أن هـذا الانفصال تخلف عنه وجود المحيط الهادي الذي يعادل قطـر شقه الرأسي قطر القمر وقد أطلقت هذه الكتلة القمرية في المراحل الأولى مـن تكوينها. لكن هذه النظرية عانـت صعوبات تتعلق بمعـدلات دوران الأرض الكافية لانفصال مثـل هذه الكتلة، وكيـف أن دوران الأرض والقمر الآن لا يسمح بمثـل هذه الفـرضية. ومع ذلـك ظلت النظـرية تنتظر مـن ينفيها أو يثبتها، وقطعـت أبوللـو الشك بـاليقين. فقـد ظهـر أن الأرض والقمـر مختلفـان بما يكفـي لأن تتراجـع هـذه الفرضية إلى حيز الاحتمال الضعيف.

وكانت النظرية الثالثة هي نظرية التكـوين المتزامن للأرض والقمر من سديم سابح من الغـازات والغبار الكوني. ومع أن هذه النظريـة لاقت قبولا معقولا إلا أنها لم تستطع أن تفسر بعض الظواهر المتعلقة بتكوين الأرض والقمر.

وكان من نتائج رحلة أبوللو أن ظهرت نظـرية رابعة تقول إن القمر نشأ من اصطـدام جسم سماوي ضخـم بـالأرض في زمن سحيـق. وكـان ظهور هـذه النظرية واكتسـابها أنصارا جدداً مدعـاة لاستخدامها لشرح ظاهـرة أخرى على الأرض، وهي اختفاء الـديناصورات والذي فسر بـأنه قد يكون نتيجـة ارتطام بجسم سماوي ضخم والتغيرات الكارثية التي يحدثها مثل هذا الارتطام في مناخ الأرض وجوها. ورغم أن هـذه وتلك لا تزال كلها نظريات بـدرجات متفاوتة مـن المصداقيـة فإن العينـات الصخريـة العائدة مـن القمر أعطـت المؤيديـن والمعارضين لكل نظرية كثيرا من الزاد لمناقشاتهم.

ولم تقتصر أبحاث العلماء على عمر ونشأة القمر بل شملت كثيرا من البحوث حول تطوره والعصور التي مر بها ومدى مشابهتها لعصور الأرض، كما شملت تفسيرا للفتحات البركانية المنتشرة على سطحه.

ولا شك في أن القارىء قد أصيب بدهشة وربما بنوع من خيبة الأمل أن تكون هذه النتائج المتواضعة هي حصيلة الرحلة الهائلة إلى القمر والتي حشدت لها أكبر دولة أعظم إمكاناتها. ولكننا نذكر القارىء بأن هذه هي النتائج المباشرة للرحلة، وفي هذه الحال بالذات، تفوق النتائج غير المباشرة النتائج المباشرة بعشرات المرات.

لقد كان هدف رحلة أبوللو تطوير التقنيات اللازمة لصعود إنسان إلى القمر والعودة منه، وقد تم هذا بنجاح كامل وحصلت منه الولايات المتحدة والإنسانية على عوائد كبيرة غير مباشرة في تقنيات استخدمت فيما بعد لصالح الإنسان. أما الحصول على صخور من سطح القمر ووضع أجهزة لقياس ذبذبات سطحه وتكوينه ودرجة حرارته فهي أهداف يمكن تحقيقها حتى دون إنزال إنسان على سطح القمر.

وكان هذا مافعله السوفييت الذين ظلوا حتى إذاعة أسرار غزو الفضاء في إطار سياسة المصارحة، يزعمون أنهم من البداية لم يروا جدوى من إرسال إنسان إلى القمر ليعود بعينات تستطيع الآلة ــ وهي في هذه الحال المركبة القمرية لونخود ـ العودة بأكثر منها.

ويبقى السؤال إذن: هل كان السباق إلى القمر يستحق كل هذا الجهد؟ إن الإجابة عن هذا السؤال لا يمكن حصرها في الحصيلة العلمية فحسب. لقد كان السباق إلى القمر مشروعا من مشاريع الحرب الباردة، وفي هذا الإطار لاشك في أنه أثر أكثر من أي عامل آخر في حسم نتائج هذا الصراع لطرف دون الطرف الآخر. وبعد انتهاء هذه الحرب لا يجد أي من الأطراف الآن حافزا للدخول في سباق بهذا الحجم، ولا تجد الأطراف جميعها بما فيها الأطراف الدولية الأخرى، مناصا من التعاون في مجال الفضاء على نحو مايتبدى في مشروع محطة الفضاء الدولية الجديدة.

# هوامش ومراجع الباب الثالث

١- مجلة العلوم: ترجمة لمجلة Scientific American، تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي - هل كان السباق إلى القمر حقيقيا؟ المجلد١١، العدد٣، مارس١٩٩٥.

٢- توفي سيرجي كورولييف في ١٩٦٦ إثر جراحة بسيطة، قبل أن يتم إنجازاته العظيمة، واعتبر موته أحد الأسباب الرئيسية لتعثر برنامج الفضاء السوفييتي، وفشل السوفييت في الوصول إلى القمر بـرواد فضاء رغم تفوقهم في كـل المراحل السابقة، بينما تـوفي فون براون في ١٩٧٧ وشهد بطبيعة الحال تحقق حلمه الكبير في الوصول إلى القمر.

٣- Spectrum magazine, a publication of The Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE, July 1994.

٤- تاريـخ رحلة أبوللو لاستكشـاف القمر: تقرير نـاسا NASA SP 4214 ــ أنظر أيضـا مجلـة Spectrum: المرجع السابق ـ كان أكبر جزء في هذه التكلفة هو تكلفة القاذف ساترن التي بلغت ٨٣٧٧مليـون دولار وتليها تكلفة المركبتين: مـركبة القيـادة ومركبة الهبـوط وبلغت ٦٣٠٩ملايين دولار، وبلغت تكلفة البحث العلمي والخدمات الأرضية والتحكم والتوجيه ٤٧٢٠ مليوناً.

٥- سياسة المكـاشفة Glasnost وإعادة البنـاء Perestroika هما جناحا سياسة الانفتـاح التي قادها ميخائيل جورباتشوف في الاتحاد السوفييتي، ورغم النجـاح المبدئي لسياسات جورباتشوف فإن التداعيات غير المحسوبة لهذه السياسات ومـا أطلقت من قوى وصراعات أدت إلى إعلان انهيار الاتحاد السوفييتي في ٣١ديسمبر١٩٩١.

٦- Pourquoi Nous Ne Somme pas Alles Sur la lune, V.P. Michine (with M. Pouliquen). Cepaduues Editions, Toulose, 1993.

٧- مرجع سابق رقم(١).

٨- The Scientific Legacy of Apollo, G.J. Taylor, Scientific American, July 1994.



# الباب الرابع

# استكشاف الفضاء

# المسابر الفضائية

# واستكشاف أعماق النظام الشمسي

# الفصل الأول

# الأرض والنظام الشمسي

تعلق حلم الإنسان في اقتحام الفضاء منذ الأزل باستكشاف المجموعة الشمسية، وكان من الطبيعي عندما امتلك الإنسان القدرة على الخروج إلى الفضاء، أن يبدأ سياحته الكبرى في كون الله العظيم باستكشاف شقيقات كوكبه الأرض.

وتتكون المجموعة الشمسية من تسعة كواكب تدور كلها حول الشمس، ذلك النجم متوسط الحجم الواقع على حافة مجرة درب التبانة، وهذه الكواكب هي عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشترى وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو. وأقرب هذه الكواكب إلى الشمس هو عطارد Mercury وأبعدها هو الكوكب بلوتو Pluto، وهو أصغرها أيضا، ويماثله في الحجم المريخ. وأكبر كواكب المجموعة الشمسية هو المشترى Jupiter ويبلغ قطره أحد عشر مرة قطر الأرض.

ولكي نستطيع تصور أحجام كواكب المجموعة الشمسية، وأبعاد أفلاكها وسرعة دورانها فإننا نستعير التصور التمثيلي التالي[١].

إذا مثلنا الشمس بكرة نصف قطرها ٥٠ سنتيمترا، فإن كوكب عطارد سيكون كحبة من خردل تبعد عن الشمس نحو ٥٠ مترا، وتكون الزهرة Venus والأرض كمثل حبتين من الحمص على بعد ٨٥ و١٣٠ مترا. ويمثل المريخ Mars بكرة كحجم رأس الدبوس على بعد ١٩٦ مترا.

أما المشترىJupiter فسيكون كرة في حجم البرتقالة تبعد نحو ثلاثة أرباع الكيلومتر، وسيكون زحل Saturn في حجم برتقالة صغيرة على بعد كيلومتر وربع الكيلو متر تقريبا، أما أورانوس Uranus ونبتون Neptune فسيكونان في حجم ثمرتي مشمش إحداهما على بعد كيلو مترين ونصف الكيلومتر والثانية على بعد أربعة كيلو مترات تقريبا.

وفي النهايـة يكون بلوتـو، أبعد الكـواكب، على هيئة حمصـة صغيرة تبعد أكثر قليلا من خمسة كيلومترات عن الكـرة التي تمثل الشمس. وهناك أجسام سماوية تدور في مدار يقع بين المريخ والمشترى ويعتقد أنها بقايا كوكب منفجر وتسمى الكويكبات.

ولاكتشاف الكويكبات قصـة غريبة[٢]، فقد أظهرت الحسـابات الفلكية وجود هذه الكـويكبات قبل أن يتم رصـدها بالفعل، إذ اكتشـف أحد علماء الفلك في عـام ١٧٧٢ قانونـا عجيبا يصور العلاقـة النسبية لأبعاد الكـواكب بالنسبة للشمس في هيئة تسلسل عددي منتظـم، وهذا القانون يقضي بأنه إذا اعتبرنا بعد كـوكب عطارد عن الشمس كأسـاس لمتوالية عددية ممثلا بـالرقم ٤ فإن الكـوكب التالي له وهـو الزهرة يبعـد ٤ + ٣= ٧ وتبعد الأرض ٤+٦= ١٠ ويبعد المريخ ٤+١٢= ١٦ وهكذا.

وتمثل هذه السلسلة للمجموعة الشمسية كالآتي:

| عطارد | الزهرة | الأرض | المريخ | الكويكبات | المشترى | زحل | أورانوس | نبتيون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٤ | ٧ | ١٠ | ١٦ | ٢٨ | ٥٢ | ١٠٠ | ١٩٦ | ٣٨٨ |

و إذا قارن القارئ الأبعاد الحقيقية لهذه الكواكب عن الشمس يجد أنها تطابق هـذه النسـب، فالأرض التـي يقـابلهـا الـرقـم ١٠ تبعد ١٥٠ مليـون كيلـومتر (١٠×١٥)، وعطـارد الـذي يقابلـه الـرقـم ٤ يبعـد نحو ٦٠ مليـون كيلـو متر (٤×١٥)، والزهرة ويقابلها الرقم ٧ تبعد نحو ١٠٥ ملايين كيلومتر (٧×١٥)، أما المريخ فـإن الرقم الخاص به مـن المتسلسلة هو ١٦ ويعطي بعـدا قدره ٢٤٠ مليون كيلومتر وهو قريب جدا من البعد الحقيقي وهو ٢٢٨ مليون كيلومتر.

وطبقا لهذا التسلسل فإن الكوكب التالي للمريخ يبعد ٤+٢٤=٢٨ وحدة، ولما لم يكن هنـاك كوكب يحتـل المكان الممثل في هذه السلسلـة بالرقـم ٢٨ فقد افترض العلماء وجود كوكب غير معروف بين المريخ والمشترى لم يتم اكتشافه بعد، وخاصة أن المتوالية مضت بقدر مذهل من الدقة لبقية المجموعة الشمسية.

وأثبتت الأرصاد الفلكية صحة هذه المتوالية الغريبة، ففي مطلع القرن التاسع عشر تم اكتشاف جسم سماوي صغير في ذلك الموقع وظنوه الكوكب المفقود.

ثم توالت الاكتشافات لأجسام سماوية صغيرة في المدار نفسه تتراوح أقطارها بين عشرة كيلومترات وعدة مئات من الكيلومترات، وقد بلغ ما اكتشف منها حتى الآن بضعة آلاف وتسمى بـ «الكويكبات». ويعتقد العلماء الآن بأن مجموعة الكويكبات هذه هي بقايا كوكب قديم مندثر كان يدور في هذا المدار ثم انفجر مخلفا هذه المجموعة من الكويكبات.

ويمثل الجدول التالي أبعاد وأفلاك وبعض الخصائص الفيزيائية لكواكب المجموعة الشمسية منسوبة إلى الخصائص نفسها بالنسبة لكوكب الأرض[٣].

جدول ٤ـ١ : كواكب المجموعة الشمسية وخصائصها

| الكوكب | كتلته بالنسبة للأرض | نصف القطر | متوسط البعد عن الشمس (مليون كيلومتر) | قطر الفلك بالنسبة لقطر فلك الأرض | سنته بالنسبة لسنة الأرض | مدة الدوران حول المحور (يوما أرضيا) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١- عطارد | ٠,٠٤ | ٠,٦٣ | ٥٨ | ٠,٤ | ٠,٢٥ | ٨٨ |
| ٢- الزهرة | ٠,٩ | ٠,٩ | ١٠٨ | ٠,٧٢ | ٠,٦٢ | ٢٢٥ |
| ٣- الأرض | ١ | ١ | ١٥٠ | ١ | ١ | ١ |
| ٤- المريخ | ٠,١ | ٠,٥ | ٢٢٨ | ١,٥ | ١,٨ | ١,١ |
| ٥- الكويكبات | ٠٠ | ٠٠ | ٠٠ | ٠٠ | ٠٠ | ٠٠ |
| ٦- المشترى | ٣١٧ | ١١ | ٧٧٨ | ٥,٢ | ١٢ | ٠,٤ |
| ٧- زحل | ٩٥ | ٩ | ١٤٣٠ | ٩,٥ | ٢٩,٥ | ٠,٤ |
| ٨- أورانوس | ١٤,٥ | ٤ | ٢٨٧٠ | ١٩ | ٨٤ | ٠,٤٥ |
| ٩- نبتون | ١٧ | ٤ | ٤٥٠٠ | ٣٠ | ١٦٥ | ٠,٧ |
| ١٠- بلوتو | (؟) | ٠,٥ | ٥٩٠٠ | ٣٩,٥ | ٢٤٨ | (؟) |

## غزو الفضاء واستكشاف المجموعة الشمسية

كان من أهم نتائج غزو الفضاء أن استطاع العلماء في السنوات الأخيرة إرسال مسابر كونية ذاتية الحركة (ذات تحكم آلي) إلى عدد من كواكب المجموعة الشمسية لجمع معلومات تمكن من معرفة طبيعة هذه الكواكب وبالتالي الإجابة عن بعض الأسئلة التي شغلت الإنسان منذ بدء الخليقة.

وبعض هذه الأسئلة يتعلق بأصل المجموعة الشمسية وبعضها يتعلق بوجود حياة في أماكن أخرى من الكون، وربما تطرح بعض الإجابات التي يحصل عليها العلماء في مثل هذه التجارب أسئلة أكبر من تلك التي بدأت بها، ففي موضوع وجود حياة على كواكب أخرى على الأقل جاءت إجابات تجريبية واضحة إذ لم يثبت حتى الآن أي دليل على وجود أي نوع من الحياة في المجموعة الشمسية خارج كوكب الأرض.



## الفصل الثاني

# المريخ وقنواته والكائنات العاقلة

كان أكثر الكـواكـب إثارة بالنسبـة للإنسان دائما هما المريخ والـزهرة، وهما الكوكبان المحيطان بـالأرض، فالزهرة أقرب الكواكـب إلى الأرض وهي تماثلها حجما تقريبـا، غير أن سطحها يجب أن يكـون أكثر سخـونة إذ إنها أقـرب إلى الشمس وهي حقيقة تـركت حتى وصول الإنسان إلى مدار كوكـب الزهرة ليتم إثباتها أو نفيها بشكل قاطع.

والمريـخ شقيق أصغـر للأرض إذ تبلـغ كتلته واحـدا إلى عشرة من كتلتهـا فقط، ويشتهر ببريقه الأحمر البرتقالي والذي أدى إلى تسميته بالكوكب الأحمر، واتخذ رمـزا لإله الحرب «مـارس» عنـد الإغريـق، ويتميـز سطحـه بعلامـات وخطوط داكنـة متقاطعة قـامت حولها نظـريات كثيرة منذ تبينهـا الفلكيون في منتصف القرن الماضي.

وقد ظن الفلكيون أن هذه الخطوط المستقيمة هي عبارة عن قنوات صناعية شقها «المريخيون» لنقل الماء مـن المناطق القطبية من ذلك الكـوكب إلى المناطق الاستوائية فيه.

ويرجـع أصل هـذه الفكرة إلى العـالم الفلكي الإيطـالي جيوفـاني شيياريلي الذي أعلن في عـام ١٨٧٧ اكتشاف قنوات على المريخ. والتقـط الفكرة العالم الأمريكي بـرسيفال لويل (توفي عـام ١٩١٦) والذي اكتشف الكوكـب بلوتو وتابع العمل في رصد المريخ ورسم خريطة تفصيلية للمريخ وقنواته.

ويظـن كارل سـاجان، والـذي كـان أحد العلماء الـرئيسيين الموكل إليهـم فحـص نتائج مـركبـات الفضاء التـي دارت حـول المريـخ والتي هبطـت على

سطحه، كما أنه من أشد المتحمسين لفكرة البحث عن حياة في الكون من حولنا، يظن أن لويل الذي كان يرسم من الذاكرة بعد تحديقه ساعات طويلة في كوكب المريخ من خلال التلسكوب، قد ضلل في هذا الأمر ورأى ماكان يود أن يراه فيقول:

«وهكذا فقد ضلل لويل وشيباريلي والآخرون الذين قاموا بالمراقبة في ظروف رؤية صعبة، وربما يعود ذلك جزئيا إلى أنهم كانوا مهيئين لتصديق فكرة وجود حياة على المريخ»(٤).

وقد استمرت التكهنات حول وجود كائنات عاقلة على سطح المريخ تشغل أذهان الفلكيين وعلماء الفضاء حتى عصرنا الحالي، وصدق العامة هذه الفكرة بشكل مذهل، ونجحت رواية «حرب العوالم» التي نشرها هـ. ج. ويلز في عام ١٨٩٧ في إقناع الناس بأن هناك مخلوقات ذكية من كواكب أخرى تراقب كوكب الأرض وتضع الخطط لغزوها إما للحصول على الماء أو لأن كواكبهم أصبحت غير صالحة للحياة.

ومن أشهر الطرائف الحقيقية على هذا الأمر أن المخرج والممثل الأمريكي الشهير أورسون ويلز أثار ذعرا جماعيا في الولايات المتحدة في عام ١٩٣٨ عندما قدم تمثيلية إذاعية مأخوذة عن قصة هـ. ج. ويلز الخيالية وصور فيها هبوط «مريخيين» في شرق الولايات المتحدة دون أن يذيع فيما يبدو تحذيرا بأن هذه رواية إذاعية خيالية، مثيرا بذلك ذعر الأمريكيين الذين فتحوا المذياع في وسط التمثيلية مثلا ليفاجأوا بأنباء الاستعدادات التي تتخذها مقاطعتهم لمواجهة هذا الغزو المريخي.

لا شك في أن هذه صورة مجسمة للخيال الجماعي، وقد تصلح نموذجا كلاسيكيا للإقناع في مدارس الإخراج الإذاعي، لكن الذي يهمنا هنا هو أن اعتقاد الناس بوجود كائنات عاقلة على كوكب المريخ لم يكن أمرا يسهل العبث به.

ولم يفند هـذا الاعتقاد بصورة قاطعـة ونهائية في الواقع إلا في ٢٠ يـوليو ١٩٧٦ عنـدما هبطـت المركبة الفضـائيـة «فايكنـج» على سطح المريـخ، وبطبيعة الحال لم يقـابلها أي «مـريخيين» ولم تجد في الواقـع أي أثر يشير إلى وجود أي نوع مـن الحياة على هذا الكوكـب الذي كان أقرب الكـواكب إلى مثل هذا الاحتمال.

أما عن حقيقة القنوات المريخية فيقول كارل ساجان:

«عندمـا قارنت أنـا وبول فـوكس من جـامعة كورنيـل خرائط المريـخ التي صنعها لويـل بالصورة التي أخذت للكوكـب من المركبة الفضائية مـارينر ـ ٩ التي كانت تدور في مدار حوله، والتي كانت أحيانا أفضل بألف مرة من تلك التي كانت بحوزة لويل، الذي استخـدم تلسكوبات عاكسة ذات قياس يبلغ ٢٤ بوصة، لم نجد أي عـلاقة متبادلة بينهما. . . بل إنه في الـواقع لم توجد أي بقع معتمة أو سـلاسل من الحفر في مـواقع أغلب الأقنية، ولم تكـن هناك أي معالم أخرى مطلقا.

إن أحد أهـم مكتشفات مـارينر ـ ٩ هـو أنه تـوجد على سطـح المريخ خطـوط وبقـع، يرتبـط الكثير منهـا بحـواف الحفـر الناتجة عـن الارتطـام بأجسام كونية، ويتغير شكل هـذه الخطوط حسب الفصول، ولكن ليس لهذه الخطوط شكل أقنية، وقبل كل شيء ليـس أي منها كبيرا بالقدر الذي يكفي لرؤيته من الأرض.

ولا يحتمل وجـود معالم حقيقية على المريـخ تشبه ولـو قليلا أقنية لـويل في العقود الأولى من هذا القرن والتي اختفت دون أن تترك أثرا بمجرد توافر إمكان التحقق منها عن كثب بوساطة المركبات الفضائية»[٥].

ولم يكن التحقـق من حقيقة القنوات المريخيـة هو الإنجاز العلمي الـوحيد للمركبات الفضـائية التي سافـرت إلى الكوكـب الأحمر، بل سـاهمت الرحلات المتعددة في معرفة الكثير عن طبيعة هذا الكـوكب الغامض. وعلى الجملة فقد

أرسل إلى المريخ عدد من الرحلات الاستكشافية يفوق ذلك الذي أرسل إلى أي كوكب آخر.

وكانـت الرحـلات الأولى عن طـريق مسبر فضـائي هو المركبـة الأمريكيـة مارينـر والتي أطلق منهـا عشر رحلات لتدور في أفـلاك حول المريخ والـزهرة وعطـارد وتصـور سطحـه وتقيـس خصـائصه وخصـائص جـوه الفيـزيـائيـة والكيميائية والحرارية.

وكان القســم الثاني مـن هذه الـرحلات عن طـريق مـركبات فضـائية غير مأهولة هي المركبة «فايكنج» والتـي هبطت على سطح كوكب المريخ واقتبست عينات من سطحه بوساطة ذراع ميكـانيكية برزت منها وأودعت هذه العينات في معمـل كيماوي على متـن السفينـة لتحليلها وأرسلـت بنتـائج التحليـل إلى الأرض. أما الاتحاد السوفييتـي فقد قام بمحاولات متعـددة للتزول على المريخ في برنامج سمـي باسم الكوكب نفسه «مارس»، ونجح بـالفعل في تحقيق هذا الهدف إلا أن سـوء الحظ أفـرغ هـذا النجـاح مـن مضمـونـه إذ إنـه في جميـع المحاولات لم تنجـح المركبة في إرسال إشـارات مفيدة لمدد كافيـة، كما سيأتي في الفصل الرابع من هذا الباب.

# الفصل الثالث

# برنامج مارينر للكواكب القريبة

## سلسلة مركبات مارينر في المدار حول المريخ والزهرة وعطارد

كان برنـامج مارينر لاستكشاف كـواكب المجموعة الشمسيـة أحد البرامج الأولى التي تولتها وكـالة الفضاء الأمريكية «نَاسا» بعد إنشـائها في بداية عصر الفضاء، ويهدف البرنامج الـذي تم تنفيذه في الفترة من ١٩٦٢ إلى ١٩٧٣ إلى إرسال مركبـات فضائية مزودة بأجهـزة التصوير والاستشعار لتصـوير سطحي كوكبي المريخ والزهرة (جاء كوكـب عطارد بعد ذلك) وقياس مكونات جوهما. وكان هـذا الاختيار لهذين الكـوكبين بالذات للتـأكد من الافتراضـات العلمية حـولهما حيث إنهما أقـرب الكواكـب إلى ظروف كـوكب الأرض، وكـان العلماء يعتقدون باحتمال وجود حياة على سطحهما ولو في صـورة بدائية قد تلقي ضوءا على ظروف نشأة الحياة على كوكب الأرض.

وفي بداية ١٩٦١ كانـت ملامح هذا البرنامج قـد تحددت في تصنيع مركبة الفضاء مارينر والتي سميـت «مسبرا أو مجسا» فضائيا Space Probe باعتبار أنها «تسبر» أغوار الفضاء وتستكشف أعماقه.

ويطلق اسم المسـابر الفضائية عمـوما على المركبات التي تسبـح في الفضاء بهدف جمع معلومـات عن مكـوناته دون أن تهبـط على سطح كـوكب معين أو تحمل ركابا، كما لا تجرى في هذه المسابـر تجارب علمية وإنما تحمل فقط أجهزة استشعار وتصوير وقياس تنقل معلومات عما تراه أو تقابله إلى العلماء في مراكز الفضاء الأرضية.

وحتى يتلاءم المسبر الفضائي مع هذه المهمة فإنه يصمم عموما من هيكل خفيف يحمل بداخله أجهزة القياس والاتصال ويزود بهوائيات لإرسال الإشارات إلى الأرض، كما يزود المسبر بلوحات شمسية تلتقط طاقة الشمس لشحن البطاريات بالطاقة اللازمة للإرسال على مدى عمر المركبة، وأخيرا يزود المسبر بنافثات صغيرة للتحكم في المسار، وقد تزن المركبة من هذا النوع مابين ٢٠٠ ـ ٣٠٠ كجم.

وتحدد برنامج استكشاف المجموعة الشمسية في إطلاق مسبرين فضائيين أحدهما إلى المريخ والآخر إلى الزهرة. وتقدر المسافة بين مدار الأرض إلى مدار الزهرة بنحو خمسة وأربعين مليون ميل، غير أن المسافة التي يقطعها المسبر الفضائي للوصول من الأرض إلى الزهرة أطول كثيرا بسبب طبيعة المسار الذي يسافر عليه المسبر، وتستغرق الرحلة نحو أربعة شهور تقريبا، وهو مايعني أن المركبة تسافر بسرعة قد تتجاوز ثلاثين ألف ميل في الساعة وهي سرعة كبيرة حقا.

أما في حالة كوكب المريخ فتبلغ المسافة بين مداره ومدار الأرض نحو ١٢٠ مليون كيلومتر، ويقطع القمر المسافة على قوس يصل بين المدارين، ويتم اختيار زمن الإطلاق في الوقت الذي يكون فيه الكوكبان أقرب مايمكن لبعضهما، وتستغرق الرحلة في هذه الحالة سبعة أشهر ونصف الشهر.

## مارينر ـ ٢ إلى الزهرة

وقد أطلقت المركبة مارينر ــ ٢ في ٢٧ أغسطس ١٩٦٢ (المركبة مارينر ـ ١ فشلت عند إطلاقها) ومرت المركبة إلى جوار كوكب الزهرة في ١٤ ديسمبر ١٩٦٢، وكان أهم اكتشافاتها أن سطح الزهرة أكثر سخونة بكثير مما كان معتقدا، إذ بلغت درجة حرارة السطح نحو ٤٠٠ درجة مئوية، وقد تأكدت هذه النتائج فيما بعد من خلال إطلاق المركبة مارينر ـ ٥ في ١٤ يونيو ١٩٦٧.

## مارينر-٤ إلى المريخ

وكانت الوجهة التالية للمركبة مارينر هي المريخ. وفي ٢٨ نوفمبر ١٩٦٤ أطلقت المركبة مارينر - ٤ في طريقها إلى المريخ، وفي ١٤ يوليو ١٩٦٥ مرت المركبة بجوار كوكب المريخ واستطاعت التقاط صور تليفزيونية لسطحه أظهرت بعض الحفر الكونية الناتجة عن ارتطام أجسام سماوية، لكنها لم تظهر أي أثر لقنوات المريخ المشهورة، كما أنها لم تجد أي دليل على وجود أثر للحياة على الكوكب.

وتأكدت هذه النتائج من خلال إطلاقين آخرين لمسبرين من سلسلة مارينر هما مارينر -٦ ومارينر-٧ (كان مارينر-٥ هو ثاني مسبر من هذا الطراز يطلق إلى كوكب الزهرة) اللذين أطلقا في ٢٤ فبراير و٢٦ مارس ١٩٦٩ ليصلا إلى المريخ عشية هبوط الإنسان على سطح القمر، وأدى هذا التوقيت بطبيعة الحال إلى خفوت صوت إنجازهما بالنسبة للإنجاز الهائل الذي تحقق بالسفينة أبوللو-١١.

وقد زودت هاتان المركبتان بأجهزة تصوير واستشعار متقدمة، وأمكن لهما إرسال قدر كبير من المعلومات إلى الأرض عن سطح المريخ وطبيعة جوه. وأثبتت هذه المعلومات أن المريخ كوكب بارد لا حياة فيه وأن جوه يتكون أساسا من ثاني أكسيد الكربون الذي تصل نسبته إلى ٩٨٪ من جو الكوكب الأحمر.

## مارينر-٩ في مدار حول المريخ

ومن أهم الرحلات التي أطلقها الإنسان إلى المريخ رحلة المركبة الفضائية مارينر-٩ في ١٤ مايو ١٩٧١ والتي وضعت بعد وصولها إلى المريخ في مدار حول الكوكب ظلت ترسل منه معلومات مهمة لنحو عام كامل (٣٤٩ يوما) ثم توقفت بعد نفاد وقود التوجيه وفقدان اتصالها

بـالأرض. وقـد التقطـت المركبـة عددا كبيرا مـن الصـور التـي أوضحـت تضاريـس كوكب المريخ بشكـل تفصيلي، وأظهرت وجود عدد مـن الحفر البركانية الضخمة وأودية وأخاديد عميقة مما جدد الاعتقاد بوجود أنهار كبيرة في فترة سابقة مـن تاريخ ذلك الكـوكب، وبالتالي احتمال وجـود آثار لحياة عليه، وترك التأكد من هذه الفرضيات للمركبة «فايكنج» التي هبطت على سطح المريخ في ٢٠ يوليو ١٩٧٦.

## مارينر-١٠ في رحلة مزدوجة للزهرة وعطارد

كانت رحلة مـارينر-١٠ مثيرة للاهتمام لأسباب عدة، فقد كـانت أول مرة يتم فيها محاولـة استكشاف كوكبين في رحلة واحدة وهما الزهـرة وعطارد، وهي أول رحلة تحاول استكشاف كوكب عطارد أقـرب الكواكب إلى الشمس، وهي أيضا أول رحلة يستخـدم فيها المجال الجاذبي لكوكب (الزهـرة) في قذف المركبة الفضائية نحو كوكب آخر (عطارد).

وعطارد كـوكب غامـض لا يعرف عنه الكثير، وقد ولـدت فكرة الذهـاب إليه عندما كـان أحد الدارسين بمعامل الـدفع النفاث التابعة لـ«ناسا» يتتبع مسارات الكواكب حول الشمس لتحديد أي الأوقات أنسـب لإطلاق مركبات فضائية نحو تلك الكواكب عنـدما لاحظ أنه مرة كل عشر سنوات تكون مـواقع الأرض والزهرة وعطارد في وضـع معين بحيث إن مـركبة مقـذوفة مـن الأرض نحو الـزهرة سـوف تنحرف في مسارها بتأثير جاذبية الزهرة وتقذف بقوة نحو عطارد.

ويؤدي استخـدام الجاذبية المسـاعدة للـزهرة «كمقـلاع» بهذه الطريقـة إلى إمكان إرســال السفينة إلى مسافـات أبعد بوقود أقـل وبحمولة أكبر ممـا يمكن باستخدام قوة دفعها الذاتية فقط.

وأعدت مركبة الفضاء أو المسبر الفضـائي مارينر-١٠ لاستكشاف كل من كوكب الـزهرة التي ستمر به مرورا سريعا وكوكـب عطارد الذي ستدور في مداره عدة مرات.

وفي ٣ نوفمبر ١٩٧٣ تم إطلاق مارينر-١٠ لتمر بالقرب من الزهرة وعلى ارتفاع خمسة آلاف كيلو متر في ٥ فبراير ١٩٧٤ ثم تعدل مسارها بحيث تتحول إلى مدار مماس لمدار عطارد.

وتم حساب مدار المسبر مارينر-١٠ بحيث تستغرق الدورة فيه ضعف زمن دورة عطارد تماما وبحيث توجد نقطة تماس بين المدارين تلتقي فيها المركبة مع عطارد الذي يكون قد أكمل دورتين لكل دورة من المركبة مارينر--١ . وتم هذا الترتيب بنجاح مذهل وأمكن تقريبا لمارينر-١٠ أن ترسل معلومات عن عطارد في اللقاءات الثلاثة الأولى والتي تتم كل ستة شهور تقريبا، ثم توقفت عن الإرسال رغم أنها ستظل في هذا المدار حول الكوكب إلى ما شاء الله.

## طبيعة العمل في مهام الفضاء

ليس من الضروري حتى نقدر الصعاب الفنية التي واجهت تصميم هذه المهمة المزدوجة أن ندخل في تفاصيل فنية عن العقبات التي تواجه رحلة مثل هذه الرحلة تستغرق خمسة شهور منذ إطلاق المركبة في ٣ نوفمبر ١٩٧٣ إلى حين لقائها مع الكوكب عطارد في ٢٩ مارس ١٩٧٤، وثلاث سنوات قبلها في إعداد المركبة وأجهزتها، وعددا آخر من السنوات في إعداد المهمة ذاتها قبل اتخاذ قرار تنفيذها، وخلال ذلك كله هناك عدد لا يحصى من المشكلات الفنية والعملية التي تواجهها المهمة.

وفي مقابل كل مهمة تنجح هناك على الأقل محاولتان أو ثلاث تبوء بالفشل، غير أن المثابرة والتفاني للفرق المكلفة العمل والمعاونة التامة من كل الأجهزة المساندة سواء فنيا أو ماليا أو سياسيا تكفل أن تعمل المجموعة كلها كساعة سويسرية منضبطة.

إن مايكفي هنا أن نخرج بانطباع راسخ بأن تحقيق مثل هذه المهام لا يأتي إلا من التعود على تحقيق مهام أصغر وأصغر بالدرجة نفسها من الدقة

والإتقان، وأن النجاح الباهر الذي يراه العالم في التليفزيون لمهمة فضائية ما إلى هذا الكوكب أو ذاك إنما وراءه آلاف من الرجال والنساء الذين أدى كل منهم مهمته بدقة وانضباط ومحاسبة فائقة للنفس، مدركا في كل لحظة دوره الدقيق في هذه الماكينة الهائلة.

ويحضرني من تراثنا العربي الذي ترسخ في ذاكرتنا السمعية وإن لم يترسخ بالطريقة نفسها للأسف في ذاكرتنا السلوكية، قصيدة للشاعر إيليا أبو ماضي يحكي فيها قصة حجر صغير في سد عظيم لا يرى لنفسه أهمية أو دورا فيتقلقل ويترك مكانه ويتسرب الماء من الثقب الصغير الذي يتسع شيئا فشيئا حتى يتهدم السد.

فكيف يكون عندنا مثل هذه الرؤية الثاقبة في دور الفرد الصغير في البنيان العظيم ثم لا تنساب هذه المعاني في وعينا ووجداننا تعليما وسلوكا وعملا. إن آفة العمل في مجتمعاتنا العربية هي نقص الإتقان وعدم توقعه من الفرد ومن المؤسسة وشيوع المكافأة على العمل الناقص غير المتقن، وهي أمور تؤدي كلها إلى أن نظن بأنفسنا النقص وبأن نعلم شبابنا الإهمال والإهدار وأن نقف دائما في ذيل الأمم نتطلع في انبهار عاطل إلى تلك الدول التي كانت من عقود قليلة تلهث وراء التقدم وتحاول اللحاق به، وهي الآن تمسك بناصيته وتعوض فيه ما فاتها، والسر كله في هذه الكلمة السحرية الصغيرة: الإتقان.

## النتائج العلمية لرحلات مارينر

نعود فنجمل ما حققته مارينر-١٠ من نتائج علمية (مباشرة) فنجد أنها قد حملت على متنها عدة تجارب علمية:

- جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء لقياس درجة حرارة جو عطارد والخصائص الحرارية لعناصر السطح.

- جهاز قياس بالأشعة فوق البنفسجية لقياس المكونات الغازية والكيماوية للجو.

- جهاز قياس المجال المغناطيسي.

- جهاز قياس الرياح الشمسية.

- آلتي تصوير.

وقد التقطت المركبة أكثر من ثلاثة آلاف صورة لكوكب الزهرة خلال مرورها به من ارتفاع ٥٨٠٠كم. وفي ٢٩ مارس ١٩٧٤ كان أول تحليق لها فوق الجانب المظلم لكوكب عطارد على ارتفاع ٧٠٥كم.

وفي الدورة الثانية عدل مسار المركبة بحيث لا تصور المناطق نفسها التي صورتها في دورتها الأولى. وفي دورتها الثالثة استطاعت المركبة مارينر-١٠ دراسة المجال المغناطيسي لعطارد عندما مرت على ارتفاع ٣٢٧كم فقط من سطحه.

وبعد أيام كانت مارينر-١٠ قد جادت بآخر أنفاسها في خدمة العلم إذ نفدت آخر كميات النيتروجين المستخدم وقودا لأجهزة التوجيه، وأصبحت المركبة غير قادرة على توجيه نفسها بعيدا عن أشعة الشمس وأدى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة داخل المركبة وتدمير أجهزتها الإلكترونية الدقيقة.

وقد عكف لفيف من العلماء على تفسير آلاف الصور التي التقطتها سفن مارينر برئاسة الجيولوجي د. ماسورسكي. وخلصوا إلى تفسير منطقي بوجود عواصف ترابية تتحرك على سطح المريخ، وكانت هي السبب في ظنون القدامى عن تغير ألوان مساحات فيه وفسروا أنها زراعات تجنى محاصيلها فيتغير لونها. كما أعطوا تفسيرا عن القنوات التي قال شيياريللي إنها شبكة للري من صنع أذكياء، فحقيقتها أنها شقوق وأخاديد تمتد آلاف الكيلومترات وبعضها غائر وبعضها ضحل، ولكن أغلبها عريض قد يصل إلى كيلومتر واثنين. كما اكتشفوا وجود جبال عالية وبعض البراكين التي مازال بعضها ثائرا.

وكانت تلك هي النهاية المجيدة لبرنامج من أنجح برامج استكشاف الفضاء بمركباته العشر التي نجح منها سبع مهمات هي:

مارينر ٤، ٦، ٧ إلى المريخ

مارينر ٢، ٥ إلى الزهرة

مارينر ٩ إلى المريخ

مارينر ١٠ إلى الزهرة وعطارد

ويوضح الجدول التالي ما حققته مسابر الفضاء المختلفة من طراز مارينر في رحلاتها بين كواكب المجموعة الشمسية.

جدول ٤ ـ ٢ : مهمات المسبر الفضائي مارينر

| إسم المركبة | تاريخ الإطلاق | وجهة الرحلة | تاريخ الوصول | الإنجازات |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| مارينر-١ | فشل الإطلاق | الزهرة | — | — |
| مارينر-٢ | ٢٧ أغسطس ١٩٦٢ | المرور بالزهرة | ١٤ ديسمبر ١٩٦٢ | قياس درجة حرارة السطح - تحليل جو الزهرة |
| مارينر-٣ | فشلت | المرور بالمريخ | — | — |
| مارينر-٤ | ٢٨ نوفمبر ١٩٦٤ | المرور بالمريخ | ١٤ يوليو ١٩٦٥ | تصوير سطح المريخ |
| مارينر-٥ | | المرور بالزهرة | | |
| مارينر-٦ | ٢٤ فبراير ١٩٦٩ | المرور بالمريخ | يوليو ١٩٦٩ | |
| مارينر-٧ | ٢٦ مارس ١٩٦٩ | المرور بالمريخ | يوليو ١٩٦٩ | |
| مارينر-٨ | فشلت | المريخ | — | — |
| مارينر-٩ | ٣٠ مايو ١٩٧١ | مدار حول المريخ | | تصوير التضاريس الكبيرة لسطح المريخ- الحفر والوديان والأخاديد |
| مارينر-١٠ | ٣ نوفمبر ١٩٧٣ | المرور بالزهرة<br>مدار حول عطارد | ٥ فبراير ١٩٧٤<br>٢٩ مارس ١٩٧٤ | رحلة مزدوجة لكوكبين استخدام جاذبية الزهرة ٣٠٠٠ صورة للزهرة<br>تصوير وقياس عطارد لأول مرة دراسة المجال المغناطيسي لعطارد |

# الفصل الرابع

# برنامج «مارس» والمحاولات السوفييتية للهبوط على المريخ

وعلى الجانب الآخر من سباق الفضاء كان السوفييت أيضا يحاولون استكشاف المريخ والزهرة، وبينما كان النجاح حليفهم بشكل باهر في برنامج فينيرا أو فينوس لاستكشاف كوكب الزهرة، مني السوفييت بسلسلة غريبة من سوء الحظ في محاولات الوصول إلى المريخ.

## المركبتان مارس-١ وزوند-٢ تفقدان في الفضاء

بدأت محاولات السوفييت في خريف ١٩٦٠ بإطلاق مركبتين، ولكن المرحلة الثالثة لكل من المركبتين فشلت وسقطت المركبتان إلى الأرض. وكرر الاتحاد السوفييتي المحاولة في ١٤ أكتوبر ١٩٦٢ والتي فشلت بسبب انفجار المرحلة العليا من القاذف. وأخيرا تم إطلاق المركبة «مارس-١» في نهاية أكتوبر ١٩٦٢ بينما فشلت محاولة ثالثة في ٤ نوفمبر في الخروج من المدار الأرضي.

وبدا لفترة قصيرة أن كل شيء مضى كما هو مخطط بالنسبة للمركبة مارس-١ . فقد تم الاتصال، وتم عمل التعديل في المسار بحيث يمر المسبر الفضائي على بعد ٦٠٠٠كم من المريخ، ولكن في ٢١ مارس ١٩٦١ بينما كان المسبر مارس-١ على بعد ثلاثة شهور فقط من الهدف انقطع الاتصال إلى الأبد.

وفي ١٩٦٥ تمت محاولة جديدة سميت زوند-٢ ومرة أخرى انقطع الاتصال قبل وصول المسبر إلى هدفه. وفي ١٩٦٩ تمت محاولة أخرى لكن المركبة دمرت

عندمـا فشل الإطـلاق، وفي أثناء ذلـك كانـت الولايـات المتحدة قـد حققت نجاحا كبيرا عن طريق مارينر ٤ ، ٦ ، ٧ .

## الاتحاد السوفييتي يحاول الهبوط على سطح المريخ

وفي عام ١٩٧١ أعدت ثلاث مركبات فضـائية للإطلاق إلى المريخ، وكان الهدف ليس مجرد المرور بـالمريخ أو حتـى الدوران حـوله مثـل مارينـر-١٠ بل الهبوط على سطـح الكوكـب مثلما فعلت فايكنـج بعد ذلـك بأربـع سنوات. وبينما فشـل الإطـلاق الأول نجـح الإطـلاقان الثـاني والثـالـث في ١٩ مـايـو (مارس-٢) وفي ٢٨ مايو (مارس-٣)، وبـدا أن سوء الحظ قد تخلى أخيرا عن البرنامج السوفييتي.

كانـت المركبة مكونة مـن جزأين -مركبـة مدارية وأخرى للهبـوط- بحيث تنفصل مركبة الهبوط تلقائيا عن المركبة المدارية بمجرد وصولها إلى المدار، ولكن حلقـة أخرى مـن حلقات سـوء الحظ كانـت تنتظـر تلك المركبـة، إذ عندمـا وصلت (مارس-٢) إلى مدارها كان الكوكب محاطا بعاصفة رملية هائلة، ولأن المركبة كانـت مصممة للانفصال بصورة تلقـائية فلم يكن يمكـن تغيير موعد انفصالها أو تأجيلـه من الأرض، وهكذا انفصلت مركبـة الهبوط في ٢٧ نوفمبر ١٩٧١ وغاصت في العاصفة الرملية ولم يسمع عنها بعد ذلك.

كان هذا قـدرا غير عادي من سوء الحظ، إذ إن المركبـة مارس-٢ نجحت في الحقيقة في الوصول إلى الكوكب، وكـانت أجهزتها تعمل بصورة صحيحة، ولكن هذه المركبـة كانت من النوع الثـابت أو الذي لا يستطيع التأقلـم آليا مع ظروف المهمـة، ولذلك لم يكـن هناك مفر من المغـامرة بهبوط المركبـة في وسط العاصفة المريخية.

أما (مارس-٣) فقـد أطلقت من مركبتهـا المدارية في ٢ ديسمبر ١٩٧١ في وسط العاصفة الرمليـة، ونزلت المركبة بوساطة مظلة ولمسـت سطح الكوكب

واستقرت عليه بنجاح، وبعد دقيقة ونصف الدقيقة بدأت المركبة الإرسال، ولكن سوء الحظ له قوة عجيبة إذ استمر الإرسال لمدة ٢٠ ثانية فقط ثم انقطع لسبب غير معروف.

وكان هناك بعد الجهد والإنفاق الهائل قدر من العزاء في الجزء المداري من المركبتين مارس-٢ و٣ رغم فشل مركبتي الهبوط، إذ استمرت المركبتان المداريتان في إرسال البيانات حتى سبتمبر ١٩٧٢ أي نحو عام كامل.

## إن هو إلا فشلنا الثالث عشر

في رواية قديمة أن أحد ملوك الصين بلغه نبأ فشل قواته مرة أخرى في اقتحام مدينة حصينة كان يحاول دخولها، وكان أن اقترح عدد من قادته التخلي عن محاولة اقتحام هذه المدينة وجاءوا لعرض الأمر على الملك الحكيم الذي كان رده: «لنحاول مرة أخرى، فإن هو إلا فشلنا الثالث عشر»[٦].

وهكذا كان الأمر بالنسبة لبرنامج السوفييت للوصول إلى المريخ، ويبدو أن هذا التصميم على الاستمرار في المحاولة رغم الفشل المتكرر ضروري لنجاح البرنامج في النهاية نظرا للعدد الكبير من الصعوبات وحجم المجهول الذي كان يتعين اجتيازه في رحلة على هذا البعد (أكثر من سبعة شهور) ولكوكب لم يستكشف من قبل. وللإنصاف فإن العاصفة المريخية التي فاجأت مارس-٢ ومارس-٣ هي من قبيل ذلك المجهول الذي لم يكن من الممكن التحسب له في حدود المعلومات المتاحة.

وفي رصد المنهج المتبع في رحلات الفضاء نجد أن هناك أسلوبين متميزين أحدهما يمكن إعطاء مثال جيد له برحلة أبوللو إلى القمر، ويتميز هذا الأسلوب بعدم ترك أي شيء للاحتمالات وتجربة كل تفصيلة صغيرة في البرنامج أكثر من مرة على الأرض وفي المدار وفي ظروف مختلفة، حتى أن برامج كاملة مثل برنامج جيميني صمم لاكتساب المعرفة والخبرة تمهيدا للهبوط على القمر. وعندما سار

الرائدان نيل أرمسترونج وإدوين آلدرين على سطح القمر كانا في الواقع يكرران خطواتهما السابقة في صحراء كاليفورنيا في مواقع تشبه تلك التي تقرر الهبوط عليها، والتي كان يدربهما على المشي فيها عالمنا العربي فاروق الباز.

أما المنهج الآخر فهو منهج التجربة والخطأ، وهو المتبع عندما لا تسمح ظروف البرنامج بتصميم خطواته مسبقا بإحكام نتيجة الاعتبارات السياسية والإعلامية وضغوط إحراز سبق من نوع ما، أو عندما تكون المجاهيل أكبر من القدرة على التنبؤ بها، وتأتي تجربة مارينر وبدرجة أكبر برنامج مارس مثالا على ذلك. ويلاحظ أنه في كل من هذين البرنامجين كان يتم إنتاج وإطلاق سفينتين من كل نوع في وقت واحد أو في مواعيد متقاربة، وكان لذلك سببان أحدهما هو أن سفن الفضاء أرخص بسعر الجملة، وأن إنتاج المركبة الثانية يتم دون تكلفة تقريبا إذ إن معظم التكلفة ليس في تصنيع الأجزاء ولكن في البحث العلمي والتطوير الذي يكمن وراء هذا التصنيع. أما السبب الثاني فهو توقع فشل إحدى هاتين التجربتين في إحدى المراحل بنسبة تزيد على خمسين في المائة، وبالتالي يمكن إطلاق السفينة الثانية مع تطبيق الدروس المستفادة من الإطلاق الأول.

في عام ١٩٧٣ حاول الاتحاد السوفييتي استعادة منزلته بإطلاق مسبرين آخرين إلى المريخ، لكن المسافة بين المريخ والأرض في تلك الفترة كانت أكبر مما كانت عليه في ١٩٧١، ونتيجة لذلك اضطر الاتحاد السوفييتي إلى تخفيف أوزان المركبات المسافرة وبالتالي كان لابد من الاستغناء عن إحدي المركبتين، المركبة المدارية أو مركبة الهبوط.

وهكذا أرسل الاتحاد السوفييتي المركبتين مارس-٤، مارس-٥ اللتين كانتا مركبتين مداريتين والمركبتين مارس-٦، مارس-٧ واللتين كانتا مركبتي هبوط.

وبدا أن حظ الاتحاد السوفييتي مع المريخ سيتغير، فقد انطلقت المركبات الأربع في ٢١، ٢٥ يوليو وفي ٥، ٩ أغسطس دون مشاكل ووصلت المركبات الأربع في الربيع التالي إلى المريخ.

ولكن هل حققت هذه المركبات بالفعل أي نجاح؟.

كان ما حدث لهذه المركبات حقا دراما إغريقية، أو لعلها دراما سوفييتية.

- المركبة المدارية مارس-٤ بعد وصولها إلى المريخ فشلت في إطلاق الصواريخ الكابحة لوضعها في المدار، وانطلقت في طريقها عابرة المريخ إلى المجهول.

- المركبة المدارية مارس-٥ وصلت إلى المدار واستقرت فيه واستعدت للعمل كناقل للإشارات من مركبة الهبوط إلى الأرض. ولكن لم تكن هناك مركبة هبوط لتنقل عنها أي إشارات إذ إن مركبة الهبوط مارس-٦ ضلت الطريق وفقدت في الفضاء.

- ووصلت مارس-٧ أخيرا إلى الكوكب وبدأت في الهبوط ولكن الاتصال بها انقطع قبل أن تلمس الأرض.

وأخيرا اقتنع الاتحاد السوفييتي فيما يبدو بالنحس الذي واكب محاولاته مع المريخ وتوقف عن محاولاته للنزول على هذا الكوكب، لكن هذا لم يصرف السوفييت عن تكرار المحاولة بعد عدة سنوات بإطلاق السفينتين (فوبوس ١ ، ٢) عام ١٩٨٨ وإن كان مصير أولاهما الفشل، ثم تجمدت أجهزة الثانية في الفضاء بعد عدة شهور.

# الفصل الخامس

# المركبة فايكنج ـ مرحلة جديدة

تركت مـارينر-٩ العلماء في حيرة من أمر المريخ، إذ إنها أثارت مـن جديد شكوكهم القـديمة باحتمال وجود حيـاة -في صورة ما- على سطح الكـوكب. لقد أظهر تحليـل نتائج مارينر-٩ التي دارت حول المريـخ في مدار على ارتفاع يتراوح بين ١٣٠٠ إلى ١٨٠٠٠ كيلومتر أن الكوكب يمـر بدورات من الجفاف والرطـوبة مدة كـل منها نحو ٥٠ ألـف سنة، وأن الكوكـب الذي يمر حـاليا بدورة من الجفـاف قد مر بدورة من الـرطوبة والدفـء وجـد فيها الماء وعناصر الحياة. وشك العلماء في أن مظاهر الحياة التي مازالوا يبحثون عنها بشغف كبير قد تكون مختفية تحت سطح الكوكب في انتظار دورة جديدة باعثة للحياة.

لكن مارينر-٩ لم تكن مجهزة للإجابة عن هذا التساؤل، فقد كانت الصور التي تلتقطها عاجزة عن إيضاح أي تفاصيل أقل من عشرات الأمتار، أي أنها لم تكن تستطيع سوى تـوضيح التضاريس الكلية كالجبال والـوهاد والوديان. وإن كـان ذلك منـاسبا تمامـا لإثبات أو نفـي فرضيـة القنوات المريخيـة أو أي مظاهر عمرانية أو هندسية تركتها حضارة ذكية قد تكون قد وجدت على سطح الكوكب في زمن مـا، فإنها بالتأكيد لا تصلح للتحقق من فـرضية وجود الحياة في صورة بدائية.

ولأجـل دراسة ذلـك الاحتمال كان لابـد مـن الذهـاب إلى هناك وفحـص عينات من التربة، وكان هذا دور المركبة (الرحالة فواياجير). ولضمان الحصول على نتائج إيجابيـة من الزيـارة الفضائية كانـت هناك مركبتـان أطلقتا في وقتين متقاربين (بفارق ثلاثة أسابيع).

أطلقت المركبتان في ٢٠ أغسطس، ٩ سبتمبر ١٩٧٥، وتكونت كل مركبة من جزء مداري وآخر للهبوط، وترك تحديد زمان ومكان الهبوط لمركز الاتصالات الأرضية بناء على المعلومات الأولى التي ترسلها المركبة عند وصولها للمريخ. وكان هذا درسا مستفادا من تجربة الاتحاد السوفييتي الصعبة مع المريخ.

ولكن كانت هناك دروس أخرى ليتعلمها الأمريكيون، إذ لم تكن المركبات مزودة بأي أسلوب للحركة وبالتالي كان هناك اختيار متاح لمرة واحدة فقط وهو اختيار الموقع وزمن النزول، وإذا ثبت خطأ هذا الاختيار فلا حيلة لأحد في الأمر. وقد علق كارل ساجان، والذي كان من المسؤولين عن مهمة فايكنج، على هذا القصور:

«كانت عواطفي خلال متابعتي لصور مركبة الهبوط فايكنج يسيطر عليها الإحساس بالخيبة من جمود المركبة. . . ووجدت في ضوء النتائج المثيرة للضيق التي حملتها فايكنج، أنني كنت أعرف مئة مكان على المريخ أكثر أهمية وتشويقا من المواقع التي اخترناها.

ولعل الأداة المثالية في هذا المجال هي عربة جوالة تحمل تجارب متقدمة، ولا سيما في مجال التصوير، والكيمياء والبيولوجيا. والنماذج الأولية لهذه العربات هي قيد الصنع من قبل وكالة الفضاء الأمريكية. وهذه العربات تعرف كيف تتحرك ذاتيا فوق الصخور ولا تسقط في الوهاد وكيف تخرج من المواضع الضيقة، ونحن قادرون على إيصال عربة جوالة إلى سطح المريخ يمكنها التدقيق في جميع ما حولها ومشاهدة أكثر الأشياء إثارة للاهتمام في مجال رؤيتها، وأن تتحرك كل يوم إلى مكان جديد.

بعثة كهذه يمكن أن تحقق مكاسب علمية عظيمة، حتي وإن لم توجد حياة على المريخ، فسوف نتمكن من التجوال في الوديان النهرية القديمة ونصعد سفوح أحد الجبال البركانية الكبيرة، عبر التضاريس المتدرجة الغريبة للسطوح القطبية الجليدية.

وسيكون اهتمام الرأي العام بمثل هذه البعثة كبيرا جدا، ففي كل يوم ستصل مجموعة جديدة من المشاهد إلى تليفزيوناتنا المنزلية. وهكذا نستطيع أن نقتفي آثار

الطريق ونتأمل في المكتشفات، ونقترح الذهاب إلى أماكن جديدة. . . وسيكون هناك وقت لإدخال أفكار جيدة جديدة في خطة البعثة الفضائية، وهكذا فإن نحو مليار إنسان يمكن أن يشاركوا في اكتشاف عالم آخر»[٧].

في هذه العبارة التي تبدو كقطعة من الخيال العلمي أكثر منها معبرة عن إحباط كارل ساجان من نتائج فايكنج بسبب أن المركبة مصممة لتكون ثابتة غير متحركة، يحاول فيها الكاتب أيضا أن يقوم بعملية حشد للرأي العام وراء فكرة تجربة علمية مكلفة، وتعتبر في رأينا مثالا على ما ذكرناه عن علاقة المشروعات العلمية الكبيرة أو مايسمى Big Science بالرأي العام واحتياجه إلى دعمه. ولا شك في أنك لو كنت أمريكيا وقرأت هذه العبارات لكتبت لعضو الكونجرس مطالبا بتبني رحلة إلى المريخ تحقق الأهداف المثيرة التي أشار إليها ساجان.

وفي الواقع فإن مركبة مثل التي صورها ساجان قد تم تصميمها وتنفيذها بالفعل، بل وإرسالها إلى سطح جسم فضائي آخر هو القمر، تلك هي المركبة السوفييتية «لونخود» التي أنزلها السوفييت على سطح القمر وتجولوا بها وجمعوا بها قدرا كبيرا من عينات صخور القمر.

دخلت فايكنج جو المريخ في ١٩ يونيو ١٩٧٦، وهبطت على سطح الكوكب في ٢٠ يوليو ١٩٧٦ في وادي كريس بعد ٧ سنوات تماما من الهبوط على القمر، وقبل هبوطها اتخذت المركبة فايكنج احتياطات بيولوجية غير عادية لمنع نقل أي ميكروبات أرضية إلى سطح المريخ تطبيقا لمبدأ الوقاية خير من العلاج، ولم يكن اختيار موعد الهبوط مصادفة بالطبع، بل كان مثالا على تغلغل الجانب الإعلامي والسياسي في برنامج الفضاء. وكان المقصود أن تحمل رحلة فايكنج شحنة وطنية للأمريكيين وإشارة ذات مغزى إلى العالم.

وتحسبا لأي طارىء كانت هناك مركبة ثانية من طراز فايكنج، وهبطت فايكنج-٢ في وادي يوتوبيا في ٣ سبتمبر من العام نفسه.

كان هدف فايكنج أساسا البحث عن الحياة على الكوكب، ولذلك كانت هناك ثلاث تجارب بيولوجية، وكانت النتيجة للأسف غير حاسمة إذا لم تجد التجربة التي كانت تبحث عن وجود مواد كربونية في التربة أي أثر لهذه المواد

مما يوحي بـاستبعاد وجود حياة. إلا أن المركبة أرسلت بعـض القياسات المهمة علميا، ومـن هذه القياسات ثبـت أن درجة حرارة الكوكـب البارد تتراوح بين -١٤° و -١٢٠° مئوية، كما ثبت أن الغطاء القطبي على قطبي الكوكب هو من الماء المتجمد وليس من ثـاني أكسيد الكربون كما كان الظن سـابقا، واستمرت المركبتان فايكنج في إرسال الصور من المريخ حتى نوفمبر ١٩٨٢ .



# الفصل السادس

# استكشاف الزهرة

## برنامجا فينيرا وبيونير

كان الهدف التالي بعد المريخ للاتحاد السوفييتي في بداية برامجه لاستكشاف الكواكب هو كوكب الزهرة الذي لم يكن يعرف عنه الكثير[8]. وعلى العكس من الإخفاق وسوء الحظ اللذين مني بهما البرنامج السوفييتي لاستكشاف المريخ، حقق برنامج استكشاف الزهرة نجاحا باهرا.

ورغم أن الولايات المتحدة أرسلت عددا من المسابر الفضائية من طرازي مارينر (مارينر ٢ , ٥) وبيونير Pioneer لاستكشاف كوكب الزهرة غير أن الفضل في معرفة الكثير عن هذا الكوكب كان للبرنامج المكثف الذي نفذه السوفييت بين عامي ١٩٦١ و١٩٨٣.

سمي البرنامج «فينيرا» باسم الكوكب باللغة الروسية أو فينوس، وتضمن إرسال ستة عشر مسبرا فضائيا، كان أول إطلاق ناجح لها هي المركبة (فينوس-٢) في ١٢ نوفمبر ١٩٦٥، ثم حطت فينوس-٣ على سطح الكوكب في مارس ١٩٦٦، وانفصلت عنها كرة قطرها ٩٠سم بها أجهزة لقياس الضغط والحرارة. وأطلقت فينيرا-٤ في ١٢ يونيو ١٩٦٧. ووصلت إلى الكوكب بعد أربعة أشهر في ١٨ أكتوبر من العام نفسه. وعند وصول المركبة إلى الزهرة أطلقت كبسولة هبوط لتصل إلى سطح الكوكب، وخلال ذلك كانت ترسل بيانات لمدة ٩٤ دقيقة.

وكانت المفاجأة الأولى عن هذا الكوكب الغريب، أن الكبسولة التي انفصلت لتهبط على سطح الكوكب لم تصل إليه أبدا وتبين أنها تحطمت تحت

تـأثير الضغـط الجوي للـزهـرة الذي يبلـغ ٢٢ مـرة قـدر الضغـط الجوي على الأرض. أما درجـة الحرارة فكانت ٢٨٠ درجـة مئويـة عندما تحطمـت المركبة وكانت على ارتفاع ٢٥كم من سطح الكوكب.

ولم يكن تحطـم فينيرا-٤ خسارة علمية كاملـة، فقد كانت المعلـومات التي حصلت عليهـا كبيرة القيمة وأدت إلى تحسن تصميم المركبـات التالية والتحسب للظـروف التي يمكـن أن تقابلهـا تلك المركبـات والتي لم تكـن معروفة من قبل.

وفي ١٩٦٩ أطلقـت المركبتــان فينيرا-٥، فينيرا-٦ بعـد تقـويـة الهيكـل ليتحمل الضغط الجوي وتقليـل مساحة مظلة الهبوط لـلإسراع بمعدل الهبوط قبل أن تـرتفع درجـة الحرارة في الكبسولـة إلى حد كبير، ووصلـت المركبتان إلى الزهرة، وانفصلـت الكبسولات لكنها توقفـت عن الإرسال بعد هبـوطها عدة كيلومترات في جـو الزهرة. وبعد هبـوط (فينوس-٥) خرج منهـا علم الاتحاد السوفييتي وصورة لينين، ليغرسا فوق سطح الكوكب.

وكان حل هذا اللغز من نصيب فينيرا-٧ والتي وصلت إلى سطح الكوكب وأرسلت إشـارات عن درجات الحرارة والضغـط على السطح، وكانـت درجة الحرارة رقما مـذهـلا ٤٧٥ْم، وأمـا الضغط فكـان مقـداره تسعين مـرة مقـدار الضغط الجوي على الأرض، وكـان آخر هـذه المجموعـة من المسبرات المركبـة فينيرا-٨ والتي هبطت على السطح واستمرت في الإرسال لمدة ٥٠ دقيقة.

وجاءت المرحلـة التالية في ١٩٧٥، وأطلقت في ذلـك العام عدة مـركبات ذات تصميم جـديد هي فينيرا ٩، ١٠ وهبطـت المركبتان بنجـاح وأرسلتا أول صور لسطح الزهرة.

وكانت النافذة التالية بعد ذلك بثلاث سنوات في سبتمبر ١٩٧٨ حيث أطلقت المركبتـان فينيرا ١١، ١٢ واللتان استطاعتـا تحليل عينات مـن جو الكوكب. وأما فينيرا ١٣، ١٤ واللتان أطلقتـا في ١٩٨١ فقد أرسلتا صورا ملـونة لسطـح الكوكـب كما استطاعتـا الحصول على عينـات من صخـور

السطح وتحليلها، وبذلك عرفت لأول مـرة معلومات عن مكونات سطح كوكب الزهرة.

وكان الاتحاد السوفييتي قد اكتسب ثقـة كبيرة في برنامج فينيرا. وفي عام ١٩٨٣ أطلقت المركبتـان فينيرا ١٥ و١٦ وهما آخر مركبـات برنـامج فينيرا، وهما مركبتان ذواتا تصميـم معقد وكلفتا مهمة معقدة وهي تصـوير سطح الكوكب بالرادار.

لم تهبط مركبتا فينيرا-١٥، ١٦ على سطح الكوكب، بل دارتا حوله في مدار بيضـاوي تصل أدنـى نقطـة فيه إلى ارتفـاع ١٠٠٠كـم وأعلى نقطة إلى ارتفـاع ٦٥٠٠٠ كم، وخلال هـذه الدورات التي استمرت عـاما كاملا أمكـن رصد ١٢٠ مليون كم مربع من سطح الكوكب وبذلك تم رسم أول خريطة تفصيلية لجزء كبير من كوكب فينوس.

واتبع الاتحاد السـوفييتي برنـامجه الناجـح فينيرا بإطلاق مسبريـن في مهمة مزدوجـة إلى الزهرة ولاستكشـاف المذنب هـالي. ومرة أخرى مثلما حـدث عند إطـلاق مارينـر-١٠ إلى المريـخ وعطارد في عـام ١٩٧٤ استخـدم السوفييـت جاذبية الـزهرة في إطلاق المركبة لتقابـل المذنب هالي، وخلال مرورهـا بكوكب الزهرة أطلقت المركبة كبسولة هبوط وبالونا اختباريا لتلتقط بيانات إضافية عن سطح الكوكب.

## برنامج بيونير الأمريكيPioneer لاستكشاف كوكب الزهرة

في ١٩٧٨ وبفـاصل ثـلاثة شهـور، أطلقـت الولايـات المتحدة مسبريـن فضائيين في شهري مايو وأغسطس لاستكشاف كـوكب الزهرة وسمي البرنامج بيونير- الزهرة.

كانـت المركبة الأولى بيونير- الـزهرة-١ أو المدارية هـي أول مركبة فضـائية تدور حول الكـوكب، واختير لها مدار بيضاوي عجيب الشكـل إلى حد ما إذ

بلغت أدنى نقطة له قريبا من الكوكب على بعد ١٥٠ كيلومترا فقط من السطح ، بينما كانت أقصى نقطة في المدار على بعد ٦٦٩٠٠ كيلومتر. وقد تم اختيار المدار بهذا الشكل الغريب حتى يتيح إمكان دراسة خصائص الكوكب من قريب جدا من السطح ومن مسافة بعيدة توفر نظرة بانورامية شاملة .

وحملت المركبة الفضائية بيونير ـ فينوس ـ ٢ أربعة مسابر فضائية أطلقت جميعها عند وصول المركبة إلى مدار الزهرة لتخترق الغلاف الجوي للزهرة على ارتفاعات ومواقع مختلفة ، وبهذا الشكل يمكن الحصول على عدة عينات من ظروف مناخية وسطحية مختلفة كما يمكن تجنب الآثار السيئة لفقدان أحد المسابر على الرحلة بأكملها .

وقد أرسلت المركبة إلى الأرض معلومات ثمينة عن جو وسطح الزهرة من بينها صور شاملة لسطح الكوكب وتفاصيل عن تكوين جوه وطبيعة مكونات السطح ، كما أكدت المركبة الارتفاع الشديد لدرجة حرارة السطح ووجود اختلاف ضئيل في درجات الحرارة ليلا ونهارا وندرة الماء في الجو، وانتهت مهمة المركبة بيونير -الزهرة-٢ بوصول مسابرها الأربعة إلى السطح وتحطمها عليه بعد أن قامت بقياس المتغيرات التي صممت لقياسها .



# الفصل السابع

# استكشاف الكواكب العملاقة والبعيدة

بعد استكشاف القمر والكواكب المحيطة بالأرض كان من الطبيعي أن يتجه طموح الإنسان في رغبته في استكشاف الكون من حوله إلى الكواكب العملاقة: المشترى وزحل وأورانوس وما بعدها من كواكب على حافة المجموعة الشمسية نبتون وبلوتو. وكان هذا الاستكشاف عن طريق برنامجين أمريكيين هما بيونير (الرائد) وفواياجير (الرحالة).

## برنامج بيونير Pioneer

تكون برنامج بيونير لاكتشاف الكواكب البعيدة من مسبرين فضائيين متماثلين هما بيونير-١٠ وبيونير-١١ ووضعت مهمة المركبتين بحيث تستكشف كل منهما الفضاء فيما بعد المريخ وحزام الكويكبات، ثم تنطلق بيونير-١٠ لاستكشاف المشترى، بينما تنطلق بيونير-١١ لاستكشاف زحل. وبعد أن تمر المركبتان بأجواء هذين الكوكبين وتجري بعض القياسات أهمها قياس المجال المغناطيسي للكواكب فإنها تنطلق في طريقها إلى حواف المجموعة الشمسية.

وكان لابد من حساب مواقع الكواكب بحيث يكون الكوكبان أقرب مايكونان إلى مسار المركبة عند وصولها إليهما، وقد أدى هذا إلى اختيار موعدي الإطلاق في ٣ مارس و٥ أبريل من عام ١٩٧٣ لتصل بيونير-١٠ إلى المشترى في ٤ ديسمبر من العام نفسه وتمر بالكوكب على بعد ١٣٠ ألف كيلومتر.

أمـا بيونير-١١ فكـان مخططا أن تمر بـالمشترى بعـد ذلك بسنـة كاملـة وأن تستخدم جاذبية الكوكب لتعدل مسارها في الطريق إلى زحل، وتمت المهمة كما كـان مخططـا ووصلـت المركبة بيـونير-١١ إلى زحـل في ١ سبتمبر ١٩٧٩ بعـد إطلاقهـا بستة أعـوام ونصف العام، وخـلال هذه الرحلـة الطويلـة لم ينقطع الاتصال بين المركبة والأرض، وكان توجيـه المركبتين وتعديل مسارهما يتمان من مركز توجيه أرضي ولذلك كـانتا تتميزان بهوائي كبير للاستقبال والإرسال يشير محوره باستمرار إلى الأرض لتسهيل الاتصال.

وكانت نتائج الرحلتين مثيرة للاهتمام كما كان مأمولا إذ غامرتا بالذهاب إلى حيث لم يـذهب أحـد من قبـل (إنسانا أو آلـة في هذه الحالـة) وبالتـالي انتظر العلماء المعلومات التي يرسلها هذان المسبران بشغف كبير، وأكدت بيونير-١٠ أن كوكب المشترى يشع حرارة ضعف ما يستقبلـه من الشمس مما يدل على أنه يحتوي على مصدر حـراري داخلي، كما أكدت أن مجاله المغناطيسي تصـل قوته إلى ألفي ضعف قوة مجال الأرض.

أما رحلة بيـونير-١١ فقد رصدت حلقات زحـل التي لم يرصدهـا أحد من قريـب من قبـل (أول من رصـدها بـالتلسكوب البصري جـاليليو في ١٦٠٩) واكتشفت حلقة جديدة وقمرا جديـدا لم يكونا معروفين، كما اكتشفت حقائق أخرى مهمة تتعلق بطبيعة المجال المغناطيسي للكوكب.

## رحلة فواياجير Voyager

أكثر ما يلفت النظر في مسبر الفضاء العميق فواياجير حجم الطبق الهوائي الأرضي المستخدم لاستقبال إشـارات من هذه المركبة، إذ يبلغ قطـر هذا الطبق الموجود في كانبيرا بأستراليا ٦٤ مترا، وهو مايعني أن مساحته تعادل ثلاثة أرباع الفدان تقريبا. والسبب في هذا الحجم الكبير هو ضعف الإشارة المستقبلة من المركبـة بعد سفـرها مسـافة بليـون كيلـو متر لتصل مـن الكوكبين العمـلاقين المشترى، وزحل.

كان مسبرا الفضاء فواياجير-١ وفواياجير-٢ أكبر بكثير في إمكاناتهما من المسبرين السابقين بيونير، فقد كانت مسابر فواياجير مزودة بمولدات للطاقة النووية بطاقة ٤٠٠ وات نظرا لبعد الكوكبين الكبير عن الشمس مما يجعل الطاقة الشمسية التي يمكن الحصول عليها على هذه المسافة ضئيلة وغير كافية، كما كانت المركبتان قادرتين على اكتشاف أي خطأ في المسار وتصحيحه آليا بالإضافة إلى قدر كبير من الإمكانات التقنية الأخرى.

تم إطلاق مركبتي فواياجير في ٢٠ أغسطس ١٩٧٧، وبعد عامين تقريبا من السفر في الفضاء بسرعة ٥٢ ألف كيلو متر في الساعة اقتربت المركبة فواياجير-١ من كوكب المشترى بعد مرورها قرب مدار المريخ وعبر حزام الكويكبات. وفي ٥ مارس ١٩٧٩ كانت فواياجير-١ تمر أقرب ما تكون من المشترى على بعد ٢٨٠ ألف كيلومتر. وفي الواقع بدأت المركبة في إرسال صور مثيرة للإعجاب للكوكب منذ كانت على بعد نحو ستين مليون كيلو متر منه. كانت أهم إنجازات فواياجير هي الصور الرائعة التي بدأت المركبتان إرسالها إلى الأرض بمجرد اقترابهما من الكوكبين، وهي صور لم يسبق أن رأى أحد مثلها لهذين الكوكبين البعيدين.

وبينما استمرت فواياجير-١ في إرسال صور للمشترى وهي تمر به في طريقها إلى زحل، كانت المركبة فواياجير-٢، والتي اتخذت مسارا آخر لتتجنب الأحزمة الإشعاعية المحيطة بالكوكب، تقترب من المشترى وترسل صورها هي الأخرى. وبعد مرورهما بالمشترى استخدمت المركبتان جاذبية الكوكب لتساعدهما على الإقلاع في رحلتهما الطويلة نحو زحل حيث وصلتا إليه في نوفمبر ١٩٨٠ وأغسطس ١٩٨١.

وأرسلت المركبتان كما هائلا من المعلومات عن الكوكبين اللذين وصلتا إليهما وعن عالمهما الغريب ونحو ٣٦ ألف صورة للكوكبين وأقمارهما وجوهما.

وجدت المركبتان أن سطح المشترى ساخن جدا رغم بعده الهائل عن الشمس، وفحصتا ١٧ قمرا من أقماره العديدة وبعضها لا يزيد قطره على ٢٠ كيلو مترا. وفحصت فواياجير-٢ حلقات زحل ووجدتها مكونة من بلايين الجزيئات الصغيرة من الثلج والغبار.

ولم تتوقف فواياجير-٢ عند زحل إذ استخدمت جاذبيته لتضع نفسها على مسار نحو أورانوس الذي وصلته في ٢٤ يناير ١٩٨٦ ومرت فوق سحبه على ارتفاع ٨١ ألف كيلو متر فقط.

وبإعجاز مدهش، وبعد أربع سنوات ونصف السنة من الصمت في رحلتها عبر الفضاء، أعادت فواياجير-٢ تشغيل أجهزتها عندما وصلت إلى أورانوس لترسل صورا لم يرها أحد على ظهر الأرض من قبل لهذا العالم الغريب. ومن أورانوس إلى نبتون الذي وصلت إليه في ٢٤ أغسطس ١٩٨٩ أرسلت المركبة صورا رائعة لتعرض على شاشات التليفزيون، وتملأ صفحات المجلات الملونة.

كانت تلك أعوام الدهشة والإعجاب، فهاهو عالم غريب وبعيد جدا تعرض صوره على شاشات التليفزيون واضحة نقية، ملونة، ورائعة. كانت تلك أعوام استكشاف الفضاء وأعماق المجموعة الشمسية، وحتى لو لم يكن الإنسان جزءا من المنظومة العلمية التي تستطيع أن تقدر قيمة المعلومات التي أرسلتها تلك المسابر عن مجموعتنا الشمسية فيكفي أن يكون الإنسان جزءا من المنظومة الإنسانية. ولبضع لحظات قصيرة ورائعة كان من حق كل إنسان على كوكب الأرض أن يشعر بأنه جزء من الحلم وأنه يمتلك نصيبا من إنجاز الفضاء.

## نصيب البحث العلمي من برامج الفضاء

بالنظر إلى حجم الجهد الذي يبذل في المهام الكونية مثل مارينر وفايكنج ومارس ومن بعدها بيونير وفواياجير يكون من حق الإنسان العادي أن يسأل: ما الذي حققته كل هذه الجهود؟ وهل تستحق حقيقة هذا الإنفاق؟

ومحاولة الإجابة عن ذلك تقتضي أن نمد أعيننا إلى كيفية أداء العلم دوره في الأنظمة الكبيرة، ففي الماضي كانت مهام مثل استكشاف الكون أو المجموعة الشمسية منوطة برجال مثل جاليليو وكوبرنيكوس وكبلر، وكان الواحد منهم يمكن أن يفقد عمله ومكانته وأحيانا حياته دفاعا عن هذا المجهود الفردي النبيل.

وفي عصر العلوم الحديثة، كان لابد من مؤسسات تؤدي دور هذا الفرد الرائد وهذه المؤسسات هي المؤسسات البحثية في الدول المتقدمة والتي تمول بجزء من ميزانية الفضاء ويترك لعلمائها تحديد المهام والأولويات التي تنفق فيها هذه الاعتمادات، ومهمة مثل مارينر لاستكشاف كواكب المجموعة الشمسية تقع في مثل هذا النطاق.

إذ إنه مع التسليم بأن جزءا حاكما من أهداف البرنامج الفضائي ككل تمليه الاعتبارات السياسية والعسكرية (والأمثلة عليه تتوافر على الجانبين) فإن برنامجا لاستكشاف الكواكب البعيدة لا يبدو أن له عائدا عسكريا وإستراتيجيا كافيا لدفعه إلى أعلى قائمة الأولويات، إلا إذا اعتبرنا أن الهيبة السياسية والعلمية ذاتها هي السبب وهي ليست كافية لتحقيق اعتمادات كبيرة. كما أننا قد نتصور أهدافا عسكرية للصعود إلى القمر، وبالتأكيد للدوران حول الأرض ووضع أقمار صناعية في الفضاء، إلا أنه من الصعب تصور أهداف عسكرية مباشرة لتصوير المريخ مثلا.

لذلك لابد لنا أن نبحث عن السبب في مكان آخر، وهذا المكان وهذا السبب هو استبدال دور المؤسسات العلمية الرائدة بدور الفرد العالم الرائد، وهذه المؤسسات تقف بعلمائها وفنييها أمام اللجان الإستراتيجية والمالية التي تملك زمام الاعتمادات لتقنع مسؤوليها (الذين يصعب عادة إقناعهم بضرورة الإنفاق على قياس المجال المغناطيسي لعطارد) بتخصيص جزء من ميزانية البحث العلمي لهذا الهدف.

وهؤلاء السياسيون والماليون والـذين يفهمـون عادة لغة الأرقـام والأصوات الانتخـابيـة أكثـر ممـا يفهمون الحاجـة إلى سبر أعماق الكـون واستجـلاء كنـه أسراره، يسلمون بضرورة إعطـاء العلماء قدرا محدودا من الحريـة في استكشاف ومتابعة الأفكار التي تراودهم كجزء من مسؤولية المجتمع.

مـن نـاحيـة أخـرى فـإن العلماء -عـن طـريـق أجهـزة الإعـلام العلمـي والجمعيات العلميـة- عليهم أن يؤثروا في الـرأي العام ويشرحوا له أهميـة هذه المشروعات العلميـة والتي قد تبـدو بعيدة عـن الاهتمام المباشر لرجـل الشارع المشغول -في كل المجتمعات- بشؤون عمله ومنزلـه وتدبير احتياجاته. وبقدر نجاح هؤلاء العلماء في الـوصول إلى الرأي العام بقـدر ما تكون درجة استجـابة السياسيين في الغرف المغلقة لطلباتهم.

على أن تحقيق مثل هذا الاهتمام يكون عادة أسهل في ظل وجود حافز قومي تجمع عليـه الأمة، حيـث يكون الشعـب أقرب إلى فهـم التضحيات وتـرتيب الأولويات وهـو ما كان متحققا في فترة الـزخم الفضائي في الستينيات عنـدما كان كـل من الفـريقين يسعى إلى تحقيـق سبق على الآخـر سواء كـان ذلك في الوصـول إلى القمر أو المريخ أو النـزول على كوكب الـزهرة، ولذلـك اكتسبت المهام العلميـة بعدا وطنيا لم تستطع أن تحققـه بعد ذلك في التسعينيات عندما كانت المهام تخطط في ظل انتهاء الحرب الباردة.

والخلاصة هنـا أن مهام استكشاف الكـون كانـت في الواقع جـزءا من سبـاق الفضـاء الكبير الذي اكتسـب بعـدا سيـاسيـا وقوميـا في الـدولتين الكبيرتين سهل تخصيص الموارد له بدعم شعبي موات، واستفاد العلماء من هذه الفرصـة فوضعوا التجارب العلميـة وصمموا المهام الفضائيـة البعيدة دون اعتبار كبير للتكلفة.

إلا أننا لا يجب أن نغفل أن هناك عائدا ملمـوسا ومباشرا لعلوم الفضاء وتقنياتها، ونحـن نلمس هـذا العائد الملمـوس والمباشر في تقنيـات الليزر

واستخداماته الصناعية والطبية والتي لم تكـن ممكنة لولا تطوير هذه التقنية من خلال برنامج الفضاء، ثم هناك تقنيات الاتصال والملاحة والاستشعار والمسح الفضائي والذي يكشف عـن موارد مخبأة على كوكب الأرض ويحذر من كوارث متوقعة.

ولا شك في أن هـذا العائد التقني هو أكثـر مباشرة واستخداما مـن العائد العلمي النظري، غير أنه يمكن القول إن هناك شبه اتفاق غير مكتوب على أن تنفق التقنيات المنتجة بنسبة ما على العلوم النظـرية غير المنتجة إنتاجا مباشرا، وقد تعتبر نسبـة ١٠ ـ ٢٠٪ نسبـة مقبولـة في الدول التـي تقود مسيرة البحـث العلمي، كما أنه من المعروف في الـدورة العلمية تحول العائد العلمي النظري، كالتحقـق من نظريـة أو فرضية أو اكتسـاب معرفـة أكبر بكوكب أو ظـاهرة، باستمرار وبشكل طردي إلى تطبيقات تقنية.

إن علينا أن نضع قائمة بأهداف وإنجازات برنامج مارينر في إطار ما سبق أن أوضحنا، وهذه الإنجازات هي:

### أهداف وإنجازات رئيسية:

١- إثبات إمكان الوصـول إلى الكواكب القريبة سواء بمركبـات مأهولة أو غير مأهولة.

٢- التحقق من فرضية الحياة على أي من كوكبي المريخ والزهرة.

٣- قياس الخصائص الفيزيـائية للكواكب وطبيعة سطحها وجـوها ـ ومن النتائج المهمة معرفة أن درجة حرارة سطح الزهرة تصل إلى ٤٠٠° مئوية وأن جو المريخ يتكون من نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون.

٤- تكويـن صورة متكاملـة عن المجموعـة الشمسية وتأثير ذلـك في فهم نظريات أصل المجموعة.

## إنجازات فرعية :

١- إثبات إمكان استخـدام المجال الجاذبي لكوكب لدفع المركبـة مسافات أبعد خلال الفضاء .

٢- استخدام الرياح الشمسية في دفع المركبة الفضائية .

٣- قياس خصائص كوكب عطارد .

## هوامش ومراجع الباب الرابع

(١) الكواكب : دكتور محمد يوسف حسن - دائرة معارف الشعب ص (١٢٢ - ١٣٠) مطابع الشعب بالقاهرة، ١٩٦٠ .
(٢) المرجع السابق ص ١٢٨ .
(٣) المرجع السابق .
(٤) كارل ساجان : الكون - طبع في سلسلة عالم المعرفة ، ترجمة نافع أيوب لبّس ، رقم ١٧٨ ، أكتوبر ١٩٩٣ .
(٥) المرجع السابق .
(٦) ذكر لي هذه القصة شقيقي المهندس عمرو عرجون عن بعض قراءاته في الآداب القديمة .
(٧) كارل ساجان : الكون ص : ١٣٠ - ١٣١ .
(٨) على الرغم من أن كوكب الزهرة هو أقرب الكواكب إلى الأرض فإنه وقبل وصول الإنسان إليه في عصر الفضاء لم يكن يعرف عنه الكثير بسبب إحاطته بغلاف دائم من السحب يحجب رؤية سطحه تماما . ومدار الزهرة أقرب إلى الشمس من الأرض وهي تقع بين عطارد والأرض ويبلغ متوسط المسافة بين مدارها ومدار الأرض ٤٢ مليون كيلو متر.

# الباب الخامس

# استيطان الفضاء

# المحطات المدارية

إذا سألت شخصا عاديا عما يتبادر إلى ذهنه إذا جاء ذكر الفضاء فإن هناك احتمالا كبيرا أن يكون أول مايرد بخاطره هو استيطان الفضاء، فقد ارتبط حلم الإنسان بالفضاء بالمحطات الفضائية -من خلال أفلام وقصص الخيال العلمي- أكثر مما ارتبط بالإنجازات الفضائية المحققة مثل أقمار الاتصالات أو الاستشعار الفضائي أو البث التليفزيوني، فكل هذه الإنجازات لها مثيل أرضي وبالتالي لا تنتمي بكليتها إلى عصر الفضاء، أما استيطان الفضاء فله هذا السحر الفضائي حقا.

وليس من قبيل المصادفة إذن أن يكون المسلسل التليفزيوني Star Treck أو «درب النجوم» أنجح مسلسل تليفزيوني أنتج على الإطلاق، وهو مسلسل يدور كله في الفضاء على متن مركبة فضائية متقدمة يسافر طاقمها بين الكواكب والمحطات ويقابل مواقف فضائية مثيرة وحضارات متقدمة مسالمة أو معادية.

ولذا كان من الطبيعي بعد أن أصبح حلم الإنسان في الخروج إلى الفضاء حقيقة واقعة أن تكون هناك محطات فضائية يعيش فيها الإنسان مددا طويلة ويمارس فيها حياة «فضائية» عادية كنواة لبناء مستوطنات فضائية دائمة.

وتعتبر روسيا الدولة الأولى في مجال استيطان الفضاء. فقد ركز السوفييت جهودهم في هذا الاتجاه منذ ١٩٧٠ معتمدين على مركبات ذات موثوقية عالية تحمل الرواد والإمدادات بشكل شبه روتيني من وإلى محطات فضائية تبقى في مدار قريب من الأرض لمدد طويلة. وقد مر استيطان الفضاء بعدة مراحل أساسية تطورت فيها تقنيات ومدد البقاء في الفضاء ويمكن تقسيم هذه المراحل على النحو الآتي:

كانت المرحلة الأولى هي المحطة الفضائية السوفييتية ساليوت التي أطلق الجيل الأول منها بين ١٩٧١ و ١٩٧٦ . ثم جاءت المحطة الأمـريكية سكاي لاب والتي أطلقت في ١٩٧٣ واستمرت حتى ١٩٧٤ . ثم كان الجيـل الثاني من ساليوت بين ١٩٧٨ و ١٩٨٢ ، وأخيرا أطلقت محطـة الفضاء الروسيـة «مير» في ١٩٨٦ ولا تزال تمارس عملها في الفضـاء ، ويسافـر الرواد منها و إليهـا بصفة منتظمـة حتى الآن ، وهناك برامج لإطلاق محطة فضائية دولية في عام ١٩٩٧ .

## المحطة السوفييتية ساليوت والمركبة سويوز

وتعتبر السفينـة ســويـوز Soyuz أو «الاتحاد» بـاللغـة الروسيـة والمحطـة ســاليوت هما أســاس البرنـامـج السوفييتـي للفضـاء المأهـول ، وقد صممـت «سويـوز» كمركبـة خدمـة للمحطات المداريـة التي كـان السوفييـت يزمعـون إطلاقها . وخـلال الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٦٩ أطلق الاتحاد السوفييتـي عددا من هذه المركبات بمهـام متعددة يتصل معظمها بالالتقاء والالتحـام بمركبات أخرى تمهيدا للالتحام بالمحطة المدارية .

وفي ١٩ أبريل ١٩٧١ أطلـق الاتحاد السوفييتي أول محطة مداريـة وهي المحطة التحيـة (ساليـوت-١) وبعدهـا بـأربعة أيـام أطلقـت المركبة سـويوز- ١٠ التـي التحمت بالمحطة فيما أصبح منذ ذلـك الحين وحتى الآن جهدا متصلا وناجحا في بناء و إطلاق المحطات المدارية والسفر إليها والبقاء فيها مددا قياسية .

ورغم توقـف برنامج سويوز لمدة عـامين نتيجة كارثة فضائيـة أصابت رواد الكبسولة سويوز-١١ خلال عودتهم ، فقـد استمر الاتحاد السوفييتي في برنامجه للمحطات المداريـة ، وعدلت المركبـة سويـوز لتستمر في أداء مهمتها كمـركبة النقل الفضـائية الرئيسيـة . وخلال السبعينيـات حقق الاتحاد السوفييتـي نحو ثلاثة وعشرين إطـلاقا لمركبات سويوز بدءا من ســويوز-١٢ إلى سويوز-٣٤ ، وكلهـا حملــت روادا أو معـدات للمحطـات المداريـة التــي أطلقهـا الاتحاد السوفييتي في الفترة نفسها وهي ساليوت-٣ إلى ساليوت-٥ .

وتمثـل محطات سـاليوت التـي أطلقت بين عـامي ١٩٧١ و١٩٧٦ الجيـل الأول من المحطات السوفييتية وكـان حجمها نحو ١٠٠ متر مكعب وتزن ٢٦ طنا عندمـا تكون الكبسولة سويـوز ملتحمة بها، وكان هذا الالتحـام يتم عن طريق بوابة في مقدمة المحطة.

وفي سبتمبر ١٩٧٧ ظهـر الجيل الثـاني مـن هذه المحطـات عنـدما أطلـق الاتحاد السوفييتـي ساليوت-٦ بتصميم متطـور عن الجيل الأول، وأتـاح هذا التصميم قيام مركبتين بزيارة ساليوت-٦ في وقت واحد مما يعني أنه بينما تكون المركبة التي حملت الرواد إلى المحطة لا تزال ملتصقـة بها فإن مركبة أخرى تحمل الإمـدادات والتمويـن يمكنها الـوصول إلى المركبـة والالتحام بها. وأدى هـذا بطبيعة الحال -إلى جانب تعديلات أخرى- إلى إطالة فترة إقامة الرواد على متن المحطة الفضـائية. وقد بلغـت مدة إقامـة الرواد في ساليـوت-٦ ستة وتسعين يومـا، واستمرت هذه المدة في الارتفـاع مع إطلاق محطـات جديدة فتعـاقبت أطقم متعددة استمرت في الفضاء فترات تراوحـت بين شهرين ونصف الشهر وبين ثمانية شهور.

ولتسهيل عمليات النقل والإمدادات صمم السوفييت المركبة «بروجرس»، وهي مركبـة معدلة من سويـوز ويمكن توجيهها من الأرض، وبعـد التحامها بـالمحطة الفضـائية تستطيـع تفريـغ الوقـود والسوائل دون مسـاعدة مـن رواد الفضـاء. ولا تزال المركبـة بروجـرس هي الـوسيلة الأسـاسية لتـزويد محطـات الفضاء الروسية بالمؤن والأجهزة والبريد، ولـذلك يطلق عليها اسم «شاحنات الفضاء»، وهي ذاتية الحركة تعمل دون رواد.

وخلال مـدة إقامتهم الطـويلة كان الـرواد يقضون وقتهم في إجـراء بعض التجارب العلمية مثل لحام بعض المعادن في ظروف انعدام الجاذبية وهي تقنية كان لابد من التدرب عليها لأهميتها في أعمال الصيـانة التي من المتوقع أن تنشأ في ظل الإقامـة الطويلة، كما أجرى الـرواد بعض العمليات الصناعيـة لإنتاج

بلـورات عاليـة النقاوة مـن مواد نـادرة. ولكـن أكثر مـا أثار الاهتمام في هـذه الرحلات الطويلة هو مدى تأقلم الإنسان على الحياة الطويلة في الفضاء، وقد ظهر من التجربة أن الإنسان يتأقلم جيـدا مع ظروف الفضاء وأنه يمكن إطالة المدة على ذلـك دون الخشية مـن نتـائج سيئـة في أداء الإنسان أو أجهـزتـه أو وظائف جسده الطبيعية.

## محطة الفضاء الأمريكية «سكاي لاب»

بعد انتهاء بـرنامج أبوللو رأت «ناسـا» أن الاتحاد السوفييتي لديه برنـامج قوي لبناء محطات مدارية بينما يخلو البرنامج الأمريكي، الذي كان مركزا على الهبوط على القمر، مـن مثل هـذه المحطات، وهكذا نشـأت فكرة معمـل الفضاء الأمـريكي «سكاي لاب». وعلى العكس مـن المحطات المدارية السوفييتية التي كـانت جزءا من خطـة طويلة المدى لوضـع أجزاء متكاملـة من محطات مداريـة تستكمل على مـدى عدة سنـوات ويتم تـزويدهـا بخطـوط تموين وإمـداد منتظمة عـن طريـق مركبات فضائية ذات اعتمادية عالية، فـإن البرنامج الأمريكي عمد إلى عدم تكرار الإطلاق وجعل معمل سكاي لاب صالحا لاستقبال ثـلاثة أطقم من الرواد خلال عام ١٩٧٣ لقضاء فترات متفاوتة لم تزد أطولها على ٨٤ يوما.

وفي الواقع أن فكـرة إنشاء محطة فضائية أمريكيـة لم تأخذ مكانها من بـرنامج الفضاء الأمـريكي إلا في مشروع المحطة المداريـة «فريـدوم ـ الحرية» والـذي مر بسلسلة من التخفيضات المالية وإعادة التصميـم حتى استقر على صورة مخفضة هي المحطة «ألفا» والتي سيبدأ إطلاق مكوناتها في ١٩٩٧ بمشاركة دولية.

كان المعمـل الفضائي سكاي لاب يتكون مـن اسطوانة يبلغ ارتفـاعها ١٥ مترا وقطرهـا ٦,٦ متر مقسمة إلى غرفتين: غـرفة إعـاشة سفلية وتضـم ثلاث قمـرات صغيرة للرواد وغـرفـة للتـدريبات الـريـاضيـة وحماما ومطبخـا، بينما خصصت الغرفة العلـوية للتجارب العلمية. ويتصل بالمعمـل من أعلى بوابة محكمـة بطـول ٥,٥ متر وقطـر ٣,٥ متر يمكن للـرواد الخروج منهـا لإجـراء

عمليات السير في الفضاء. ويتصل بالبوابة من الناحية الأخرى وحدة التحام يتصل بها تلسكوب فضائي ضخم. ويحصل المعمل الفضائي على طاقته الكهربية من لوحين شمسيين كبيرين على جانبي الوحدة الرئيسية، بينما يحصل التلسكوب الفضائي المتصل به على طاقته من أربعة ألواح شمسية تتصل به فيما يشبه شكل الطاحونة الهوائية.

وفي صورته المدارية كان معمل الفضاء يشبه منزلا صغيرا في المدار إذ بلغ حجمه الداخلي ٣٣٠ مترا مكعبا ووزنه نحو ٧٥ طنا، وبذلك كان في الواقع أكبر جسم وضعه الإنسان في المدار.

وكان تصميم معمل الفضاء يقضي بأن يتم إطلاق المعمل دون رواد وبه المواد والملابس اللازمة أولا ثم يصل إليه الرواد بسفينة أبوللو وينقلون إليه عبر أنبوب بعد الالتحام، وكان هذا من حسن الحظ إذ إن المعمل قابل عددا من الصعوبات عند الإطلاق مما أدى إلى الحد من قدرته على أداء مهامه المخططة. وكان من بين هذه الصعوبات أنه بعد الإطلاق تمزق جزء من الدرع الواقي من الحرارة المحيط بجسم المعمل فارتفعت الحرارة بالداخل، وانخفضت الطاقة الكهربية المتولدة داخل المعمل لعدم انبساط أحد جناحي المعمل، ففكر علماء «ناسا» في قيام الطاقم الأول بنشر مظلة فوق الجزء العاري مساحتها(٢٢×٢٤) قدما فانخفضت الحرارة إلى ٣٢°م، كما تمكنوا من فك اللوحة الشمسية المضمومة لتعود القدرة الكهربية إلى قرب معدلها الطبيعي.

وأمكن بعد هذه الإصلاحات الطارئة التي تمت في الفضاء وبأدوات بسيطة إعادة المعمل للعمل حيث استمر الرواد فيه لمدة ٢٨ يوما، وقضى الطاقم الثاني من الرواد ٥٦ يوما في الفضاء. أما الطاقم الثالث فقضى ٨٤ يوما من ١٦ نوفمبر ١٩٧٣ حتى ٨ فبراير ١٩٧٤ وهو أكبر رقم قضاه أمريكي في الفضاء.

واستمر معمل الفضـاء الأمريكي في المدار حتى عام ١٩٧٩ عنـدما دخل الغلاف الجوي لـلأرض في ١١ يوليو ١٩٧٩ وسقطـت معظم أجـزائه المحترقة في المحيط الهندي.

## المحطة الفضائية «مير»

تمثل المحطة الفضائية «مير» الجيل الثالـث من محطات الفضاء السوفييتية، وهي محطة متطـورة ومزودة بوسائل متقدمـة للإعاشةوالاتصـال، وقد أطلقت هذه المحطة في فبراير ١٩٨٦ ولا تزال تعمل بكفاءة بعد أكثر من تسعة أعوام، وتتكون المحطة «مير» من وحدة رئيسية تستخدم للإعاشة والتحكم وتتصل بها وحدات منفصلة للتجـارب العملية التي يتم إجراؤها في الفضـاء. وفي مقدمة الوحدة الـرئيسية توجد وحـدة استقبال ذات خمس بوابات، وتستخـدم البوابة الرئيسية لاستقبال السفينة «سويـوز»، بينما تستخدم البوابات الأربع الأخرى، وهي متعامـدة على محور المحطة لتركيب الوحدات الخاصة بـالتجارب العملية ولالتحام شاحنـات الفضاء من طراز بـروجرس حاملة المؤن والعتـاد والبريد. وتتكون وحدة العمل والإعاشة الرئيسيـة من غرفتين اسطوانيتين تحتوي الأمامية منهما وقطرها ٩ , ٢ متر على كابين -أو غرفة- القيـادة التي تشغل منها المحطة والثانية على غرفة الإعاشة.

وتثير غرفة القيادة وكيفية العمل فيها إحـدى المشاكل الفريدة في الفضاء، وهي كيـف «يجلس» رواد المحطـة لقيادتها. وحتى نـدرك أبعاد هـذه المشكلة علينا أن نتـذكر أن الإنسـان يجلس على كـوكب الأرض بفعـل الجاذبية ولكـي «يجلس» في الفضاء يجب ربطه إلى الكرسي. ولذلك فالكراسي في «مير» ليست أكثر مـن هيكل معـدني بسيط يـربط إليـه رواد الفضاء أنفسهـم عند تشغيـل المحطة حتـى لا يطفوا في الفـراغ بعيدا عـن الأزرار والعدادات. وعلى جـانبي وحدة العمـل الرئيسية نجد جنـاحين شمسيين كبيرين مثبتين (بمساحـة كلية ٧٦ مترا مربعا) لتزويد المحطة باحتياجاتها من الكهرباء.

ويلي غرفة العمل غرفة الإعاشة وهي أكبر في الحجم ويصل قطرها إلى ٤,٢ متر، وهو عرض غرفة أرضية متوسطة، وتحتوي على كابينتين صغيرتين مخصصتين لأفراد الطاقم حيث يستطيع كل منهما أن ينام أو يعمل أو يستريح، وتحتوي غرفة الإعاشة أيضا على أدوات للرياضة (عجلة لتنشيط الدورة الدموية) وطاولة عمل وحوض للاغتسال وحمام.

ومن الطريف هنا أن نلاحظ أن كثيرا من الأمور التي لا تستلفت الانتباه على كوكب الأرض تستحق شيئا من التدبر في الفضاء. ومن أمثلة ذلك كيفية النوم. فعلى الأرض عادة مايستلقي الإنسان على سرير أو على «أرضية» الغرفة وعادة ما يقضي بعض الوقت محدقا في «السقف». وفي الفضاء ليس هناك تحت أو فوق، وليس هناك شرق وغرب، وكل الاتجاهات تتساوى، بل في الواقع ليس هناك اتجاهات أصلا، كما أنه ليس هناك -في غياب الجاذبية- أي ميزة للاستلقاء على الأرض، وليس هذا الوضع بأكثر راحة من النوم في الوضع «واقفا»، ولذلك فإن غرفتي النوم في «مير» تتكونان من كيسين للنوم مثبتين رأسيا إلى الحائط.

على أنه من المهم من الناحية النفسية أن يعطى الرواد بعض نقط الارتكاز ليبنوا عليها إحساسهم بالمكان، ولذلك تطلى جوانب غرفة الإعاشة بألوان مختلفة لتعطي الإحساس بالأرضية والجوانب والسقف. وفي الفضاء فإن هناك بعض المشكلات التي تتطلب عناية خاصة ومن أهم هذه المشكلات التخلص من الفضلات. وقد استطاع الروس ابتكار جهاز تحمله المحطة مير لتحويل «عرق» الرواد إلى ماء صالح للشرب، ولا شك في أن جهازا كهذا ستكون له تطبيقات أرضية عظيمة إذ يمكن أن ينقذ حياة مرتادي الصحاري الذين ينفد منهم الماء، كما أمكن استخدام «بول» الرواد كوقود للجهاز الذي ينتج الأكسجين للتنفس.

ويعتمد نجاح البرنامج الفضائي الروسي أيضا على وجود عدد من القاذفات المختبرة على مدى أكثر من أربعين عاما والجديرة بالثقة. ولدى الروس عشرة

أنواع معروفة مـن قاذفات الإطلاق تنتمي جذور ستـة منها إلى عصر الصواريخ الباليستيـة السوفييتيـة(١)، ونادرا مـا يحيل الـروس إلى التقاعـد مركبـة إطلاق ناجحة، لذلك فإن لديهم خبرة تراكمية واسعة في مركبات الإطلاق، وأهم هذه القاذفات حاليا هو القاذف بروتون والذي يرمز إليه في سلسلة القاذفات الروسية بالرمز SL-13 . . ويستطيع هذا القاذف الضخم رفع حمولة قدرها ٢٠ طنا إلى مدار أرضي منخفض ويستخدم لوضع وحدات المحطة الأرضية في مدارها. أما القاذف «سويوز SL-4» (والذي يحمل مركبة بالاسم نفسه إلى المحطة الفضائية مير) فهو القاذف الرئيسي لبرنامج الفضاء السوفييتـي منذ بدايته، وقد أطلق منه منذ عام ١٩٦٤ ما يزيد على ٩٠٠ صاروخ، ويستطيـع رفع حمولة قدرها سبعة أطنان ونصف الطن إلى مدار أرضي منخفض.

على أي الأحوال فقـد استطاع الاتحاد السوفييتـي أن يقدم في محطـة الفضاء «مير» بعناصرهـا الثلاثة: محطـة الفضاء ومركبـة النقل سـويوز ومركبـة الإمداد بروجرس برنـامجا ناجحا ومجربا للاستيطان في الفضاء، واستطـاع هذا البرنامج الفضائي أن يتجاوز انهيار الاتحاد السوفييتي ويستمر مـع الدولة الوريثة روسيا دون أن يتأثر بهزات التغير الكبير.

وجذب نجـاح محطة الفضـاء مير ورغبة روسيـا في التعاون الـدولي في هذا المجـال بعض الشركـاء الدوليين إلى الاستفـادة من المحطـة في برامـج فضائيـة أخـرى، ومن أمثلـة ذلك إطـلاق قمر ألماني صغير مـن مير في أبريـل ١٩٩٥ لقياس مجال الجاذبية الأرضي، وقد نقل هذا القمر الذي يزن ٢٠ كيلوجراما إلى محطة الفضاء على متن المركبة ذاتية الحركة «بـروجرس» التي حملت بالإضافة إلى القمر ٤٠٠ كيلوجـرام من الطعام و٥٠٠ كيلو جـرام من الوقود الـلازم لإجراء المناورات (لا يتطلب دوران المحطة في مدارها أي وقود).

وجذب هذا النجاح الولايات المتحدة التي رأت أنها تستطيع، بالتعاون مع روسيا، أن تقلل مـن تكاليف برنـامجها الفضائي بالاعتماد على المحطـة الروسية مير. وبذلـك بدأ برنـامج مكثف للتعـاون بين المتنافسين اللدوديـن يقضي بأن

يستضيف الروس رواد فضاء أمريكيين على ظهر مير لإجراء تجارب علمية، وتطلب هذا إعداد وسائل السفر والتوفيق بين النظامين الأمريكي والروسي في الفضاء حتى يمكن إجراء مناورات الالتحام وانتقال الرواد ومواجهة أي طوارئ قد تحدث.

وتطلب هذا، بطبيعة الحال، قدرا غير مسبوق من التعاون ومكاشفة كاملة بالنسبة للتفاصيل الفنية. وفي ١٦ مارس من عام ١٩٩٥ وصل رائد الفضاء الأمريكي نورمان ثاجارد إلى مير ليبقى على متنها حتى شهر يونيو ليعود إلى الأرض على متن مكوك الفضاء الأمريكي «أتلانتيس» محطما بذلك الرقم القياسي لبقاء الأمريكيين في الفضاء وهو ٨٤ يوما، ويبدو هذا الرقم هزيلا بجوار الأرقام التي سجلها الروس في برنامجهم لاستيطان الفضاء والذي سجل فيه أحد روادهم (فاليري بولياكوف) ٤٣٨ يوما.

وتقضي المرحلة الأولى من التعاون الروسي ــ الأمريكي في استيطان الفضاء ببقاء عدة رواد أمريكيين على متن مير لمدد متفاوتة وإجراء تجارب مشتركة. وتستمر هذه المرحلة حتى سبتمبر ١٩٩٧، بينما تقضي المرحلة الثانية بالتعاون في محطة فضائية عالمية هي المحطة «ألفا» بالاشتراك مع أوروبا واليابان وكندا، ويبدأ إطلاق أول مكونات تلك المحطة في الفضاء في ١٩٩٨. ومن المتوقع عندئذ وعندما تصل المحطة الدولية «ألفا» إلى مرحلة التشغيل في نهاية عام ١٩٩٨ فإن «مير» سوف تحال إلى التقاعد بعد سجل مجيد حقا لمدة اثني عشر عاما في خدمة هدف إنساني عظيم.

## المحطة الفضائية الدولية

بدأت فكرة إقامة محطة فضائية أمريكية في عام ١٩٨٤، وسميت «فريدوم ـ الحرية». وكانت «ناسا» تعلق عليها آمالا كبارا باعتبارها أهم مشروع فضائي لعقد التسعينيات. لكن حادث انفجار المكوك تشالينجر في عام ١٩٨٦ أدى إلى إجراء مراجعة شاملة للمحطة حيث كانت تعتمد في بنائها على الرحلات

المكوكية. ومنذ ذلك الحين لم يستعد مشروع المحطة عافيته، بل تعرض لأعاصير أخرى من التغييرات التي أحدثها تغير أولويات الولايات المتحدة في الفضاء بعد انهيار الاتحاد السوفييتي وتغير المناخ الدولي.

وفي عام ١٩٩٣ طالب الرئيس الأمريكي كلينتون «ناسا» بمراجعة المشروع الذي كانت تكلفته قد تضخمت من ٣ مليارات دولار إلى ١٠ مليارات فرفض تمويله الكونجرس. وفي سبتمبر ١٩٩٣ تفاوضت «ناسا »مع الاتحاد السوفييتي على عمل فضائي مشترك.

والواقع أن اشتراك روسيا في بناء المحطة الفضائية كان صفقة رابحة للولايات المتحدة وشركائها الدوليين، فلدى روسيا رصيد عميق من الخبرة في مجال بناء وصيانة وإمداد المحطات الفضائية، ويكفي أن المحطة الفضائية الروسية «مير-١» والتي أطلقت في ١٩٨٦ سوف تظل تستخدم في المدار حتى ١٩٩٨ ومازالت «مير ـ ٢» في الفضاء حتى الآن.

وفي عام ١٩٩٤ وافق الكونجرس الأمريكي على تمويل المحطة الجديدة بواقع ٢,١ بليون دولار سنويا. واستقرت «ناسا» وشركاؤها على تصميم المحطة، وبدا أن المشروع في طريقه أخيرا إلى الانطلاق، ويقضي التصميم الجديد باستخدام محطة الفضاء الروسية مير كوحدة مركزية في المحطة الجديدة تبنى حولها بقية الأجزاء، وتتكون المحطة من ثماني وحدات مكيفة الضغط يمكن للطاقم الفضائي أن يعيش وأن يعمل فيها، وتتصل هذه الوحدات بهيكل معدني طويل كما يتصل بالمحطة نظام شمسي للقدرة الكهربية وذراع آلية لإصلاح الأعطال الخارجية. ويبلغ طول المحطة في شكلها الجديد نحو ١٠٠ متر بعرض ١٢٠ مترا، ويمكن لها أن تستقبل ستة رواد فضاء في وقت واحد، وسوف تطلق معظم مكونات المحطة من قاعدة إطلاق روسية.

ويقضي نظام بناء المحطة بالبدء في نوفمبر ١٩٩٧ بإطلاق وحدة روسية تسمى «وحدة القدرة» وهي الوحدة التي ستزود بقية المحطة بقوة الدفع

اللازمـة للمناورات، ثـم تتبعها وحـدة روسية أخـرى تضم عـدة مقابـس لالتحام الوحـدات القادمة. وسوف تـرسل روسيا أربعة أجـزاء أخرى من المحطة في السنة الأولى، وتشمل هذه الأجزاء مركبة محسنة من طراز سويوز للطوارىء والإنقاذ ومعمـلا مكيف الضغط مبنيا على طـراز المحطة مير-١ الموجودة حاليا في المدار.

أما الولايات المتحدة فيبدأ إسهامها الرئيسي بعد ذلك، حيث من المقرر أن ترسـل في نوفمبر ١٩٩٨ معملا مكيـف الضغط كما تـرسل أجزاء مـن هيكل المحطة المعـدني، وفي السنة التـالية سـوف ترسـل عدة أجـزاء أخرى في سـت رحـلات على متن مكـوك الفضاء الأمـريكي، وتبـدأ مساهمة اليـابان في عـام ٢٠٠٠ وتتكون مـن معمل فضائي مكيـف الضغط وحـاوية للإمـداد ومنصة خارجيـة للعمل، أمـا وكالـة الفضاء الأوروبيـة فيتم إطـلاق المكونـات التي تساهم بها في عام ٢٠٠١.

وتحصل روسيا مقابل إسهاماتها هذه على مبلغ ٤٠٠ مليون دولار بالإضافة إلى مبالغ أخرى تـدفع مباشرة للهيئات الروسية المشتركـة في التصميم بمقتضى عقود منفصلة، وهو مبلغ زهيد، كما هو واضح، بالقياس إلى أن المحطة مبنية في الواقع على أسـاس المحطة الروسية مير، كما أنها تستعمل مـركبات الإطلاق الروسية، وبالنظر إلى أن الميزانية الكلية للمحطة تبلغ ١٧,٥ بليون دولار. غير أن روسيا ليست في موقع يمكنها من الرفض نظرا للظروف الاقتصادية التي تمر بها والتي تهدد برنامجها الفضائي كله بالعجز في التمويل.

ومن المنتظر أن يتـم بناء المحطة تدريجيا على مـدى السنوات الخمس: ١٩٩٧ ـ ٢٠٠١. وسـوف تتطلب هـذه العملية نحـو ٩٠ عملية إطـلاق يستخدم فيها معظم قاذفات الإطلاق المتـاحة للدول المشتركة، ويتوقع أن يشمل ذلك ٥٧ إطلاقـا للقاذفات الروسية بروتـون (حمولة ٢٠٠٠٠ كيلو جرام إلى مـدار أرضي) وسويـوز (٧٥٠٠ كيلو جـرام) وزينيت (١٣٧٥٠

كيلو جرام) وعـدداً من الإطلاقات للقـاذف آريان الأوروبي (٩٦٠٠ كيلو جرام) للتموين.

وعن استخدام المحطة للتجارب العلمية أو التطبيقات التجارية فإن ذلك سيتم طبقـا لإسهام الشركاء في عمليـات التصنيع والتجميع وفي تحمـل تكلفة المحطـة، ويبدو أن مـن صورة العمـل في المحطـة أنه بعـد عشر سنوات مـن الاختـلاف والمراجعة فـإن «نـاسا» لـديها أخيرا صيغة نـاجحـة لتجميع محطـة فضـائيـة عالميـة متـاحـة لجميع الـدول ويشـارك فيهـا أكبر عدد مـن الـدول الفضائية، وهو ما كان يجب منذ البداية.

## البحوث البيولوجية والفيزيائية في الفضاء

قبل بزوغ عصر الفضاء كان الحديث عن عالم دون جاذبية ضربا من الخيال العلمي ورجما بالغيب، إذ لم يكـن أحد من بني البشر قد عايـش هذه التجربة ليحكي عنهـا، كما لم يكن هنـاك اهتمام علمي بـالظاهـرة إذ لم يكن هنـاك ما ينبيء أن هنـاك احتياجـا إلى مثل هـذه الأبحاث. إلا أن هـذا الموقف تغير إلى النقيـض تماما بعـدمـا أصبح واضحـا أن الإنسـان في طـريقه إلى الصعـود إلى الفضاء وأصبـح التساؤل عن كيفيـة تأثره وتكيفـه مع ظروف انعـدام الجاذبية أكثر مـن مجرد سؤال أكـاديمي، بـل هو أسـاس نجاح الإنسـان في غزو هـذا الميدان الجديد.

ونحن نتعامـل مع الجاذبية الأرضية كحقيقة واقعـة لا نلتفت إليها كثيرا في حياتنا اليومية، ومع ذلك فالواقع أنها إحدى أكثر القوى غموضا في الطبيعة، وهي في الوقت نفسه أكثرهـا تأثيرا في الحياة على وجه الأرض إذ إنها تحكم جميع صور الحركة والنماء والنشاط على ظهر الكوكب، والصور التي تؤثر بها الجاذبية في حياتنا لا يمكن إحصاؤها، ليس فقط لتعـددها ولكن أيضا لخفائها أحيانا عن الملاحظة، ولكن الحقيقة أن كل أعضاء الإنسان والكائنات الحية والنبات مكيفة لتتلاءم مع ظروف الجاذبية على ظهر الأرض.

ونحن نظن أننا «نفهم» قوة الجاذبية والـواقع أننا لا نعرف شيئا عن كنهها، ومع ذلك فنحن نستطيع أن نحسبها بدقة مذهلة، ويرجع الفضل في ذلك إلى عالم الطبيعة الأكبر إسحـق نيوتن وقوانينه لحساب الجاذبيـة بين الأجسام وهي القوانين التي أعطتنـا علما من أكثر العلوم الطبيعيـة دقة وهو علم الميكـانيكا، ونحن نعرف أن الأجسام تجذب بعضها بقوة تتناسب طرديا مع كتلتها وعكسيا مع مربع المسافة بينها، لكننـا لا نعرف لماذا، وهو السؤال الذي حاول آينشتين الإجابة عنه في نظرية النسبية العامـة، وأعطى نموذجا يشبه الفضاء فيه وسادة من القطيفة وتؤثر فيه الأجسام مثلما تترك كرة البلياردو علامة في هذه الوسادة، وهو ما يسمى مجال الجاذبية حول هذا الجسم.

وليس هـذا مجال شرح نظريات الجاذبية، غير أن مـا يهمنا هنا هو أنـه قبل صعود الإنسـان للفضاء كـانت هنـاك مخاوف كبيرة من المخـاطر التـي يسببها انعدام الجاذبية على رواد الفضـاء، ولحسن الحظ ثبت أن هذه المخـاوف مبالغ فيها وأن الفضاء الخارجي وسط رفيق بالإنسان إلى حد يثير الدهشة. وعلى أي الأحوال يكفـي القول إنه بينما كان هـذا المجال غير معروف وليس لـه أي أهمية قبل صعود الإنسان إلى الفضاء، فإن تـأثير الجاذبية الضعيفة في أداء الكائنات الحية قد أصبح الآن واحدا من أهم مجالات بحوث الفضاء وأكثرها نشاطا.

ويدخل الاهتمام بتأثيرات ضعـف أو انعدام الجاذبية في الإنسان في دائرة مجالين من البحوث: دائرة البحوث الحيوية ودائرة طـب الفضاء، وتهتم البحوث الحيوية بتأثير نقـص الجاذبية في الـوظائف الحيويـة للإنسـان وكيفية أداء أعضـاء الإنسان وظائفهـا. بينما يتعلق طب الفضـاء بتلافي الآثـار الضارة لوجـود الإنسان لفترات طويلة أو قصيرة في ظروف انعدام الجاذبية، وأيضـا بالاستفادة من ظروف الجاذبية الضعيف في استحداث طرق علاج بعض الأمراض على الأرض.

وتنقســم التغيرات التي تحدث لـلإنسان مـن جــراء الجاذبية الضعيفـة إلى ثلاثة أقسام:

تغيرات في الجهاز العصبي نتيجة تأثـر أجهزة الاستشعار في الجسم، ويشبه هذا النـوع من التغيرات التغير الذي يحدث إذا ظـل الإنسان يدور حـول نفسه بسرعـة كبيرة حيث يحدث بعـد تـوقفه دوار وفقـدان للقـدرة العاديـة على أداء الـوظائف، كما أن الإنسـان يحس بفقـدان التـوازن إذا أصيب بخلـل في الأذن الداخلية وهي مصدر الشعور بالتوازن، وفي حالة الفضاء تؤدي هذه التأثيرات الفسيولـوجية ـ العصبيـة إلى مايسمى بـدوار الفضاء وهو إحسـاس يشبه دوار البحر وينتـج عنه الشعور بدوار وميـل إلى القيء وتكاسل وفقـدان للقدرة على الأداء الطبيعي، وتحدث هـذه الآثار خـلال دقائق مـن الوجـود في مجال نقص الجاذبية، ومـن المعروف أن دوار البحر لا يصيب جميـع الناس بالدرجـة نفسها وأن بعض الناس لديهم منـاعة تجاه هذا النوع من الإعياء أكثـر من غيرهم تحت الظروف نفسها، وكذلك الأمر بالنسبة لدوار الفضاء، والسبب في ذلك لا يزال غير معروف في الحالتين ويظل موضع بحث في ميدان علوم الفضاء الحيوية.

والنوع الثاني من التغيرات هو تغيرات في الجهـاز الدوري نتيجة انتقال قدر من سوائل الجسم من الجزء الأسفل من الجسم إلى الجزء الأعلى. ويحدث ذلك لأن الجسم في ظروف الجاذبية الطبيعية على الأرض يحتفظ في الأرجل بكمية من الـدم (٧, ٠ لتر في المتوسـط) وكميـة أخـرى من الماء (٥, ١ لتر) وتبقـى هـذه الكمية تحت تـأثير الجاذبية في الأوعية الدمـوية والأنسجة والمسافـات البينية. وعندمـا يتعرض الإنسان لانعدام الجاذبيـة لفترات طويلة نسبيا (سـاعات إلى أيام، وهي المدة التـي استغرقتها الرحلات الأولى في بدايـة عصر الفضاء) فإن هـذه السـوائل تنتقل مـن الأرجـل إلى الجزء العلـوي من الجسـم وتتجمـع في أنسجته. ومن التأثيرات الطريفة -وربما المفيدة- لهذا التحول ما لاحظه العلماء مـن أن رواد الفضاء يبـدون في صورهـم الملتقطة خـلال الرحـلات الفضائيـة «أصغر» بعدة سنـوات، وعزي هذا التغير (المؤقت) إلى احتفاظ أنسجـة الوجه بالسوائل بصورة أكبر ، ومن المعروف أن وجود السوائل في أنسجة الوجه يؤدي

إلى احتفاظـه بنضارتـه واختفاء التجاعيـد منه وهو أسـاس بعض العـلاجات التجميلية التي تتم الآن.

وتحول السوائل له تأثير آخر، فمن إبـداع الله في خلقه أن أوعية القلب بها مستشعرات تقيس كمية الدم في الجسم وتحتفـظ بها عند قدر معين نحو خمسة لترات، وعنـدما تـزيد هـذه الكمية نتيجـة شرب لتر من الماء مثـلا فإن هـذه الأوعية تتمدد فترسل المستشعرات إشارة إلى الكلى لإخـراج كمية مماثلة من الماء ليحتفظ الجسم بكمية السوائل نفسها.

وهذه الدورة هي إحدى دورات التحكـم التلقائي في وظائف الجسم والتي هي من المعجزات الإلهية البديعـة في خلق الإنسان، ومن أمثلتها الأخرى دورة الاحتفـاظ بـدرجـة الحرارة عنـد ٣٧ درجة مئـويـة بصرف النظـر عـن الحرارة الخارجية، ودورة الاحتفـاظ بمستوى السكر في الدم، ودورة حفـظ التوازن في وضعـي الـوقـوف والمشي والتـي تعتمـد على مستشعـرات مـن العين والأذن الداخليـة. ومازال الإنسـان يكتشف هـذه الدورات المعجـزة وبعضها قـد لا يتنبه لأهميته إلا في ظروف غير عادية مثل الوجود في الفضاء مصداقا لقول الله عز وجل، بسم اللـه الرحمن الرحيم: **﴿سنريهم آياتنـا في الآفاق وفي أنفسهم حتى يتبين لهم أنه الحق﴾** (فصلت ـ ٥٣).

والآن ماذا يحدث لهذه الدورة في ظـروف انعدام الجاذبية؟ ذكرنـا أن سوائل الجسـم تتجمـع بصـورة أكبر في الجزء الأعلى نتيجة عـدم وجـود مـا يجذبها إلى الأرجل والجزء السفلي، ومـن هنا تـزيد الكميـة الموجودة في الأوعيـة الدمـوية العليا ومنهـا أوعية القلب فترسـل تلك الإشـارة إلى الكلى طالبة التخلـص مما تتصـور أنه مـاء زائد، ويؤدي نقـص الماء بطبيعة الحال نتيجـة هذا الخلـل إلى ضعف قدرة العضلات على الأداء والإحساس السريع بالإرهاق.

أما النوع الثـالث فهو تغيرات طويلـة المدى (أسابيع إلى شهور) وتنتـج عن نقص الإجهـاد الطبيعي للعضـلات والناتـج عن تحريـك هذه العضـلات في

حركتهـا العادية كـرفع الأشياء في مجال الجاذبية، وعنـدما يختفي هـذا المجهود نتيجـة انعدام أو نقـص الجاذبيـة فإن العضـلات تعـاني مـن درجة كبيرة مـن «الترهل» بسبب عدم الاستخدام، ويتغلب العلماء على ذلك خلال الرحلات الطويلة مثـل البقاء على ظهر محطة الفضاء مير (أكثـر من سنة كاملـة) بتزويد هذه المحطات بأجهزة للتدريب الريـاضي، ويصبح هذا التدريب ليس جزءا فقط من البقـاء في حالة صحية جيـدة كما هي الحال على الأرض ولكنه ضرورة للاحتفاظ للعضلات بوظيفتها وحمايتها من الضمور.

وفي بدايـة عصر الفضاء لم يكن معروفـا الكثير عن التأثيرات الفسيولـوجية للجـاذبية الضعيفـة في الإنسان، وكـان هنـاك بعض القلـق أيضا فيما يتعلـق بالتـأثيرات النفسية لـوجود الإنسان وحيـدا في الفضاء بعيدا تمامـا عن كـل ما يربطه بالكوكب الأم. ولذلـك صممت برامج الفضاء الأولى لاستكشاف هذه التأثيرات وكان من أولها برنامجا فوسخود السوفييتي وميركوري الأمريكي.

ومن وجهـة النظر الطبيـة كانت أهـم نتائج هـذين البرنـامجين استبعاد أي مخاوف خطيرة مـن جراء وجـود الإنسـان في الفضـاء، وثبت أن الإنسـان آلـة عظيمة التأقلم وأن الفضاء بصفة عامـة ليس وسطا معاديا للإنسان إذا اتخذت الإجراءات الوقائية المتوقعة من تكييف للضغط وحماية من تغير درجات الحرارة وتزويد بالهواء إلى غير ذلك.

وفي المراحل التالية من برامج الفضـاء خطا السوفييت خطوات واسعة نحو دراسة تأثيرات البقاء الطويل في الفضاء، وكان البرنـامج السوفييتي من بدايته يضع نصـب عينيه بناء محطـات استيطانية مـدارية في الفضـاء كوسيلة فعـالة متعـددة الأغـراض ومنخفضة التكـاليـف نسبيـا لاستغـلال الفضاء وإقـامـة الإنسان فيه وإجراء التجارب المختلفة، وصحب ذلـك وضع منظومة متكاملة لإقامة واستغلال المنصات الفضائية تتكون عناصرها من محطات مدارية مجهزة للإقامة الطويلة وسفن نقل للرواد وسفن آلية للإمداد والتموين والتزود بالوقود والهواء، بالإضافة إلى عناصر المتابعة والتحكم الأرضية.

وكـانت ذروة هـذا البرنـامج حتـى الآن هـي المحطـة المدارية «مير» والتـي أطلقت في عام ١٩٨٦ ومـازالت تؤدي مهامها بكفاءة بعـد نحو عشر سنوات وينتظـر أن تستمر في ذلـك حتى استبـدالها في عـام ١٩٩٨ . وهناك تـأثيرات أخـرى متعلقة بـانخفاض معـدل ترسـب الكالسيـوم في العظام، واضطـراب إفرازات الغدد، وعدم انتظام الإيقاع البيولوجي وزيادة الإجهاد العصبي.

## مراجع وهوامش الباب الخامس

(١) السـوفييـت في الفضـاء Scientific American فبراير ١٩٨٩، تـرجمة للعربيـة في مجلة «العلـوم الكويتية» عدد أغسطس ١٩٨٩ .

(٢) "Space Station: the Next Iteration", Aerospace America, a publication of the American Institute for Aeronautics and Asrtronauics, January 1995.



# الباب السادس

# النشاط الدولي في الفضاء

هنـاك ثماني دول فضائيـة في العالم الآن تكـوّن فيما بينهـا نوعـا من النـادي الخاص جـدا والذي يتميـز أعضـاؤه بتملكهم مفـاتيـح تكنـولوجيـات عصر الفضـاء المتقـدمة، وهـذه الـدول بترتيـب دخـولها عصر الفضاء هـي روسيـا والولايات المتحدة وفرنسا والصين وبريطانيا واليابان والهند وإسرائيل.

وتختلـف برامـج الفضاء بين هـذه الدول بين بـرامج عمـلاقة لها أهـداف إستراتيجية شـاملة مثل برنـامجي روسيا والولايـات المتحدة، وبرامج متـوسطة متعددة الأهداف مثل البرنامجين الأوروبي والصيني وكـذلك البرنامج الفضائي اليابـاني، وبرامج صغيرة محدودة الأهداف تسعـى أساسا لتحقيـق الاستقلال التكنولوجي ولتحقيق أهداف إقليمية مثل البرنامجين الهندي والإسرائيلي.

ونقدم في هـذا الباب المكون مـن ثلاثة فصـول صورة شاملـة لهذه البرامج ومقارنات بينها من حيث الأهـداف والإنجازات والتكلفة، ويمكن أن يسمح لنا هذا بـوضع صورة ذهنية في وعي القـارئ بإمكانية ومتطلبات دخـولنا نحن العرب في هـذا المجال بشكل أو بـآخر وما يقتضيه منـا هذا الحلم الـذي يبدو بعيدا في الوقـت الحاضر لأسباب لا علاقة لها بالقـدرات العلمية أو التقنية أو المالية، وكلها متوافرة أو يمكن الحصول عليها.

ومن الطبيعي أن نبدأ بالبرامج الفضائيـة لكل من روسيا والولايات المتحدة الأمريكيـة خاصة أن بـرنامجي هـاتين الدولتين قد مـرا بتغيرات كبيرة أدى إليها انتهـاء الحرب الباردة وسقـوط الاتحاد السوفييتـي في صـورته القـديمة وحلـول التعاون والتكامل الدولي في الفضاء محل التنافس والتناقض.

وننتقل بعـد ذلك إلى دول نـادي الفضاء الأخرى لإلقـاء نظرة شـاملة على برامجها مع مقارنة بين ميزانيات الفضاء في هذه الدول.

وتضم الأبـواب الثلاثـة التاليـة عرضـا تفصيليا لبرامـج الفضاء في الـدول الفضائية الست الأصغر، فيستعرض الباب السابع البرنامج الفضائي الأوروبي ويتناول البـاب الثامن الصين واليـابان أما الباب التـاسع فنخصصه لـدراسة البرنامجين الهندي والإسرائيلي.

# الفصل الأول

# صناعة وبرامج الفضاء في روسيا

تقوم روسيا، والاتحاد السوفييتي قبلها، بتنفيذ برنامج فضائي نشيط ومتسع الأهداف ويمكن أن يكون أكبر برنامج في العالم من حيث أهدافه وحجمه واتساع نطاق منجزاته، وإن كان يقل عن البرنامج الأمريكي من حيث حجم الإنفاق ومستوى التقنية المستخدمة.

ولم يكن هناك قدر كبير معروف عن الحجم الكامل لهذا البرنامج الفضائي المتسع خلال سنوات الحرب الباردة وإخفاء كل من الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة المعلومات التي تخصهما والتي يمتلكها كل منهما عن الآخر من خلال أقمار الاستطلاع وغيرها من الوسائل.

غير أن هذا الوضع قد تغير بصورة كبيرة في عشر السنوات الأخيرة (١٩٨٦ ـ ١٩٩٥)، وقدم الروس كثيرا من تفاصيل برنامجهم الفضائي، وبدأت مرحلة من التعاون التكنولوجي بين الدولتين الأكبر في مجال الفضاء، وهي مرحلة تتطلب بطبيعتها إتاحة تامة للمعلومات حتى يمكن تنفيذ المهام التقنية الصعبة مثل التقاء السفن في الفضاء والتحامها وإجراء تجارب على متن محطات الفضاء.

ونستطيع أن ندرك حجم البرنامج الفضائي الروسي/ السوفييتي من حجم الإطلاقات الفضائية، فمنذ بداية عصر الفضاء في ١٩٥٧ حتى عام ١٩٩٤ بلغ مجموع الإطلاقات المدارية في العالم أجمع ٣٥٧٤ إطلاقا مداريا، كان نصيب الاتحاد السوفييتي/ روسيا منها ٢٤١٦ إطلاقا بنسبة ٦ ,٦٧٪، والولايات المتحدة ١٠٠٥ إطلاقات بنسبة ١ ,٢٨٪، وباقي العالم ١٥٣ بنسبة ٣ ,٤٪.

وفي عام ١٩٨٧ على سبيل المثال، كـونت عمليـات الإطلاق السـوفييتية ٨٦٪ من عمليـات الإطلاق الفضـائية في العـالم أجمع[١]، وبهذه المقـاييـس وحدها يمكن اعتبار الاتحاد السوفييتي، وروسيا التـي كانت تقوم فيه بالنشاط الفضائي بشكل شبه كامل[٢]، أكبر قوة فضائية عالمية.

وقد بلغ متوسط إطلاق القاذفات الفضائيـة الروسية نحو مائة إطلاق كل عام بمعدل إطلاقين أسبوعيا منذ السبعينيات، ولم يتأثر هذا الرقم كثيرا بتفكك الاتحاد السوفييتي والمشكلات التي صاحبت قيـام اتحاد الدول المستقلة مكانه إذ إن القدر الأكبر من أعمال الفضاء كان يتم داخل روسيا على كل الأحوال.

ومن المقدر أن ثمانين بـالمائة من حجم الإطلاق الـروسي مخصص لأغراض تتصل بالأمن القومي كالاستطلاع والاتصالات والإنذار المبكر من الصواريخ، ولا شك في أن نسبة مماثلة من نشاط الـولايات المتحدة يخصص أيضا لأغراض أمنها القومي.

## محطة الفضاء «مير»

ويـأتي دعـم عمليـات المحطـة الفضائيـة مير وتشغيلهـا في المكـان التـالي لـلأنشطة العسكـرية في اهتمام الـروس، ويقدر أن هـذه العملية يخصـص لها ١٠٪ مـن حجم الإطـلاق. أما عمليـات الإطـلاق المتبقية فتخصـص لأقمار الاتصـالات المدنية وأقمار الملاحـة والمهمات العلميـة لاستكشاف الفضـاء على اختلاف أنواعها.

وقد ركـز الاتحاد السوفييتي منذ السبعينيـات على العمل لإنشاء محطـات دائمة في الفضاء مأهولة بصفة مستمرة (ولكنها ليست دائمة) برواد فضائيين، في مهمات متعاقبة ومرتبطـة، وتجهيز الوسائل الكفيلة بصيانتها وتشغيلهـا و إمدادها. ونجح السوفييت في بنـاء قاذفات عملاقـة، مثل القاذف «بروتـون»، تستطيع حمل أجزاء المحطـات الفضائيـة إلى المدار، كما بنـوا قـاذفات متـوسطـة ذات اعتماديـة عاليـة

كالقاذف «سويـوز» الحامل للكبسولات التي تقل الرواد إلى المحطـة الفضائية، كما يحمل مركبة الإمداد والتموين ذاتية الحركة «التقدم Progress».

وبهذه المنظومة المتكاملة من المركبات والقاذفات نجح الاتحاد السوفييتي في وضـع عدة محطـات فضائيـة في مـدار حول الأرض وإرسـال رواد فضاء إليهـا بشكل منتظم، وبدأت هـذه المحطات بالمحطة ساليوت ـ ١ التي أطلقت في ١٩٧١ وتوجـت بالمحطـة «مير» أي السلام في ١٩٨٦ التـي تمثل تقنيـاتها نقلة نوعية لبرنامج الفضاء السوفييتي/ الروسي.

ولا تـزال هذه المحطـة تعمل في المدار بعـد أكثر مـن اثني عشر عـاما مـن إطلاقهـا رغم أن التعب قـد بدأ يبدو عليهـا وأصبح شكلها مـن الخارج يكاد يشبه المطبـخ القديـم الذي يحتـاج إلى طلاء. وقـد أدركت الـولايات المتحـدة والغرب قيمة هـذه المحطة فجعلاها ركنـا أساسيا في تصميم المحطـة المدارية العالميـة المعروفة بـاسم «فريـدوم» ثم «ألفـا»، وكان هذا اعترافـا صريحا بتفوق روسيا في تقنيـات استيطان الفضاء، وقـد أصبح مثل هـذا الاعتراف والتعاون جائزا بعـد تغير الأحوال الـدولية وانتهاء الاستقطـاب الحاد وتنحي روسيـا عن وضـع المناوئ لسيـاسات الـولايات المتحـدة فيما اصطلح مـؤقتا على تسميتـه بالنظام العالمي الجديد، ربما إلى حين تبين معالمه الحقيقية.

## قاذفات الإطلاق الروسية

وفي الوقت نفسه الذي تؤدي فيه قاذفـات الإطلاق التقليدية الموثوقة دورها في البرنامج الفضائي الروسي، فإن روسيا لم تتوقف عن تطوير قاذفات عملاقة جديدة، وأهم هذه القاذفات هو الصاروخ زينيت SL-16 والقاذف العملاق إنرجيا SL-17.

وتعـرف القاذفـات السوفييتيـة/ الـروسية إمـا بـاسمها الـروسي (بروتـون/ سـويوز/ زينيـت/ إنرجيـا)، أو بتصنيفها الغـربي (..-SL). ويـرجـع هـذا

التصنيف (والذي يرمز في الغالب إلى: قاذف سوفييتي Soviet Launcher) إلى الفترة التي لم يكن يعلن فيها الاتحاد السوفييتي عن برامجه الفضائية، وكان الغرب يحصل على هذه المعلومات من أقمار أو طائرات الاستطلاع وبرامج التجسس. وهناك سبعة عشر طرازا معروفا من القاذفات السوفييتية (نستعمل هنا كلمتي السوفييتي والروسي مرتبطتين بتاريخ إنتاج القاذف) منها ما استعمل في بداية البرنامج السوفييتي في الفضاء وانتهى إنتاجه مثل القاذف SL-1 والذي استخدم في إطلاق القمر سبوتنيك ومنها لا يزال فعالا في برنامج الفضاء الروسي حتى الآن.

ومن المعروف عن الاتحاد السوفييتي أنه لم يحل أي قاذفات ثبت نجاحها إلى التقاعد، ولذلك نجح في بناء خبرة متراكمة في هذا المجال تتفوق على الخبرة التراكمية التي لدى أي قوة فضائية أخرى بما فيها الولايات المتحدة. ويقدم الجدول (٦ ـ ١) أنواع القاذفات السوفييتية وقدراتها الدفعية وتاريخ أول إطلاق لها واستخداماتها في برنامج الفضاء السوفييتي سابقا وفي البرنامج الروسي حاليا[٣].

ومعظم قاذفات الإطلاق السوفييتية تم تطويرها عن صواريخ عسكرية عابرة للقارات ICBM (Intercontinenrtal Ballistic Missiles) ولكن هناك استثناءات مهمة لهذه القاعدة مثل صاروخ الدفع «بروتون» الذي تم تصميمه من البداية ليستخدم في برنامج الفضاء لرفع أجزاء المحطة المدارية «مير». ومن ناحية أخرى طور الاتحاد السوفييتي حديثا الصاروخ العملاق «إنرجيا» والذي يستطيع أن يحمل ما يقرب من مائة طن إلى مدار أرضي منخفض، وحمولات أقل من ذلك إلى مدارات أعلى، وهو مصمم ليتلاءم مع مكوك الفضاء الروسي والذي أعلن عن وجوده لكنه لم يستخدم في رحلات فضائية وتم الاستغناء عن برنامجه بالكامل في حملة إعادة تشكيل البرنامج الفضائي الروسي[٤].

## جدول ٦ ـ ١
## قاذفات الإطلاق السوفييتية/ الروسية

| اسم القاذف | رقم التصنيف | الحمولة (كجم) إلى مدار أرضي منخفض LEO | الاستخدام الرئيسي | تاريخ أول إطلاق |
|---|---|---|---|---|
| - | SL-1 | ١٣٠٠ | إطلاق أقمار سبوتنيك | ١٩٥٧ |
| فوستوك | SL-3 | ٤٧٣٠ | كبسولة فوستوك (جاجارين) | ١٩٥٩ |
| سويوز | SL-4 | ٧٠٠٠ | المركبة المدارية سويوز | ١٩٦٣ |
| بروتون | SL-13 | ٢٠٠٠٠ | أجزاء المحطة المدارية | ١٩٦٨ |
| كوزموس | SL-8 | ١٣٥٠ | إطلاق أقمار صناعية للمدارات المختلفة | ١٩٦٤ |
| سيكلون | SL-14 | ٤٠٠٠ | إطلاق أقمار صناعية لمدارات مختلفة ـ معروض تجاريا | ١٩٧٧ |
| زينيت (أوكرانيا) | SL-16 | ١٣٧٤٠ | سفينة الإمداد بروجرس ـ حمولة بين سويوز وبروتون | ١٩٨٥ |
| إنيرجيا | SL-17 | ٨٨٠٠٠ | مصممة أساسا لحمل مكوك الفضاء بوران ـ لا يوجد استخدام واضح الآن ـ غير ملائم للتسويق | ١٩٨٧ |
| مكوك الفضاء إنيرجيا ـ بوران | SL-17 | ٣٠٠٠٠ | تم إلغاء مكوك الفضاء بعد بناء مركبتين منه | ١٩٨٨ |

## البرنامج الفضائي الروسي بعد الاتحاد السوفييتي

تأثر البرنامج الفضائي للاتحاد السوفييتي السابق بطبيعة الحال كثيرا بالتغيرات التي حدثت بعد انهيار ذلك الاتحاد في ٣١ ديسمبر ١٩٩١ وحلول اتحاد الدول المستقلة (Commonwealth of Independent States CIS) مكانه، إلا أنه بعد فترة من الاضطراب استمرت نحو ثلاث سنوات بدأ البرنامج الفضائي يستعيد عافيته وورثت روسيا معظم أنشطته (أكثر من ٩٠٪) وتليها أوكرانيا فيما جاءت كازاخستان والتي تقع فيها أهم قواعد الإطلاق الفضائي في المكان الثالث.

وفي فبراير ١٩٩٢ (بعد سقوط الاتحاد السوفييتي في ٣١ ديسمبر ١٩٩١ بشهر واحد) أصدر الرئيس يلتسين قرارا بإنشاء وكالة الفضاء الروسية RKA على نسق وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» لتكون مظلة لكل أنشطة الفضاء في روسيا. ووضعت الوكالة الجديدة خطة أنشطة الفضاء الروسية خلال سبع السنوات التالية حتى نهاية القرن العشرين (١٩٩٤ ـ ٢٠٠٠)، وتركز هذه الخطة على أقمار الاتصالات والاستشعار والمسح الفضائي، وتطوير قاذفات الإطلاق بروتون وسويوز وهما المتعلقان بأنشطة محطة الفضاء المدارية، كما تقضي الخطة باستمرار تطوير برنامج المحطات الفضائية «مير» والاشتراك في المحطة المدارية الدولية.

كما وضعت روسيا خطة لإعادة تنظيم صناعة الفضاء بحيث تعمل هذه الصناعة من خلال نحو أربعين مركزا للفضاء تتراوح أنشطتها بين الأبحاث والتطوير وتصنيع القاذفات والمركبات الفضائية إلى غير ذلك. ومن ناحية أخرى اتجهت روسيا إلى إنهاء اعتمادها على دول اتحاد الدول المستقلة في أي تقنيات أو إمدادات أو قواعد وتسهيلات إطلاق، وتركيز كل أنشطة الفضاء داخل حدودها، وعلى الأخص تطوير قاعدة إطلاق فضائية لتحل محل قاعدة بايكونور التي تقع داخل حدود جمهورية كازاخستان.

وتعطي هذه القاعدة صورة للمشكلات الفريدة من نوعها التي يواجهها البرنامج الفضائي الروسي بعد انهيار النظام السابق، والتي اضطرت روسيا نتيجة لها إلى البحث عن بديل فعال لأي تسهيلات فضائية لا تقع داخل حدودها، فعلى سبيل المثال طبقا للترتيبات القائمة حاليا فإن طائر ات الهليكوبتر المخصصة لالتقاط كبسولات سويوز العائدة من رحلاتها إلى المحطة مير لا تستطيع الطيران فوق كازاخستان لعملية الالتقاط إلا بعد الحصول على تصريح من سلطات الطيران الكازاخستانية، وهو أمر يثير الدهشة والسخرية بطبيعة الحال غير أنه أمر فرضته طبيعة المنازعات الدولية والخلافات العرقية التي كانت كامنة داخل القوميات المكونة للاتحاد السوفييتي السابق والتي أخرجها للوجود انهيار ذلك الكيان العملاق وتفكك روابطه.

وتطلق روسيا مركباتها الفضائية وأقمارها الصناعية من ثلاث قواعد هي قاعدة بليستيسك Plesetsk وقاعدة تيوراتام - بايكونور Tyuratam-Baikonur وهي القاعدة الأساسية للإطلاق المداري ومهمات الفضاء المأهولة وتقع داخل جمهورية كازاخستان المستقلة وتؤجرها روسيا بمقتضى اتفاقية بين الدولتين وقعت في مارس ١٩٩٤، وقاعدة كابوستينيار Kapustin Yar وهي أولى قواعد إطلاق الصواريخ في الاتحاد السوفييتي وتستخدم منذ ١٩٤٧ لاختبار الصواريخ الجديدة. وهناك مقترحات بتطوير قاعدة جديدة لتفادي المشكلات التي يسببها وجود قاعدة الإطلاق الرئيسية داخل حدود دولة أخرى.

## مشاركة روسية فعالة في المحطة الدولية

يمثل اشتراك روسيا في محطة الفضاء الدولية منعطفا مهما في مسيرة التعاون الدولي في الفضاء بالإضافة إلى اعتبارها مصدرا مهما للنقد الأجنبي لتمويل البرنامج الفضائي الروسي الذي يعاني عجزا كبيرا بعد انهيار الاتحاد السوفييتي، وسوف تدفع الولايات المتحدة لروسيا مبلغ ٤٠٠ مليون دولار على مدى

السنوات ١٩٩٤ ـ ١٩٩٧ بمقتضى اتفاقية وقعت في ١٦ ديسمبر ١٩٩٣ كدفعة أولى من إجمالي مبلغ قد يصل إلى بليون دولار مقابل استخدام المحطة الروسية «مير» كجزء محوري من المحطة الجديدة وفي المراحل التحضيرية والتجريبية لبناء المحطة.

وتشمل المساهمة الروسية بمقتضى هذه الاتفاقية عشر رحلات لمكوك الفضاء إلى مير حاملا رواد فضاء من «ناسا» لقضاء ٢٤ شهرا على متن المحطة، ونظرا لأن روسيا أكثر تقدما في مجال المحطات المدارية ولديها المركبات والقاذفات والاستعدادات اللازمة فسوف تبدأ بالمراحل الأولى في بناء المحطة الجديدة حتى تصل الولايات المتحدة وشركاؤها الدوليون ببرامجهم إلى مرحلة المساهمة الفعلية، وهو ما يتوقع أن يستغرق حتى عام ١٩٩٨.

ويقضي نظام بناء المحطة بالبدء في نوفمبر ١٩٩٧ بإطلاق وحدة روسية تسمى «وحدة القدرة» وهي الوحدة التي سوف تزود بقية المحطة بقوة الدفع اللازمة للمناورات، ثم تتبعها وحدة روسية أخرى تضم عدة مقابس لالتحام الوحدات القادمة. ، وسوف ترسل روسيا أربعة أجزاء أخرى من المحطة في السنة الأولى، وتشمل هذه الأجزاء مركبة محسنة من طراز سويوز للطوارئ والإنقاذ ومعملا مكيف الضغط مبنيا على طراز المحطة مير-١ الموجودة حاليا في المدار.

## الإنفاق الروسي في الفضاء

من الصعب بطبيعة الحال إعطاء تقدير دقيق للإنفاق الروسي في مجال الفضاء نظرا للتغير الشديد في قيمة العملة الروسية بالمقارنة بقيمتها قبل تفكك الاتحاد السوفييتي، غير أن ذلك لا يمنع من استخراج عدة مؤشرات من مقارنة الأرقام الحالية والسابقة للإنفاق السوفييتي، ومن مقارنة هذا الإنفاق بالإنفاق العام للدولة وللدول الفضائية الأخرى.

وتبلغ آخر ميزانية منشورة للفضاء في روسيا ١٦٥ بليون روبل. ويعتبر هذا الإنفاق نصف الإنفاق الفضائي في الثمانينيات والذي بلغ أوجه في عام ١٩٨٩ وكانت قيمته في ذلك الوقت ٦,٩ بلايين روبل مما يوضح تأثير التضخم في تدهور قيمة العملة.

ويمثل الإنفاق الروسي على الفضاء نحو ١,٥٪ من ميزانية الدولة وأكثر قليلا من نصف هذه الميزانية يخصص للإنفاق العسكري في مجال الفضاء. وقد تغيرت أولويات الإنفاق في خمس السنوات الأخيرة. فبينما كان تطوير برنامج المركبات متكررة الاستخدام (مكوك الفضاء ــ إنرجيا ـ بوران) يستهلك نحو ١,٧ بليون روبل من ثلاثة بلايين روبل مخصصة للاستخدامات المدنية في عام ١٩٨٩ أو ما يمثل ٤٣٪ من الإنفاق المدني، فإن هذا البرنامج قد توقف تماما، بل أعلنت روسيا عن بيع مركبات مكوك الفضاء التي تم بالفعل تصنيعها.

وتخصص بقية الميزانية لتمويل بحوث الفضاء بنسبة ٥٪ وبرنامج المحطة الفضائية «مير» وإطلاق الأقمار الصناعية للأغراض المدنية وخاصة منها تلك التي تحل محل أقمار أخرى نتيجة انتهاء العمر الافتراضي لها.

وتحاول روسيا تسويق بعض عناصر برنامجها الفضائي للخروج من الأزمة المالية التي يعاني منها هذا البرنامج، كما تحاول تخفيض الإنفاق بإلغاء بعض العناصر الأخرى التي تتجاوز تكلفتها الفائدة المتوقعة منها. ومن هذه البرامج المركبة إنرجيا-بوران كما سبق أن ذكرنا. وكان دخول روسيا في اتفاقية المحطة المدارية الدولية مجالا لاستفادة جميع الأطراف، فروسيا حصلت على عملة صعبة تحتاج إليها بشدة، والدول الغربية حصلت على موضع قدم في محطة فضاء موجودة بالفعل بتكلفة زهيدة، وعلى فرصة لالتقاط الأنفاس حتى تستكمل التصميمات التنفيذية لمحطتها المدارية التي خرجت لتوها أو كادت من مرحلة الاتفاق النهائي.

وعندما حاولت روسيا تسويق قدراتها الفضائية الأخرى وجدت أن اتفاقية «حظر نقل تكنولوجيا الصواريخ» تقف عائقا أمام بيع هذه التقنية التي تفوقت فيها روسيا، ومن ثم اتجهت إلى تسويق منتجات فضائية جاهزة مثل بيع مساحات على متن محطتها الفضائية لإجراء تجارب الجاذبية الضعيفة، ومثل بيع بيانات المسح الفضائي ذات الدقة العالية، وكلها محاولات لا تزال موضع التجريب والاختبار.

ونتيجة لضعف التمويل فإن البرامج التي تعرضت لأكبر قدر من التقليص والإلغاء هي البرامج ذات العائد التجاري المحدود مثل برامج استكشاف الكواكب والتي ضعفت قيمتها في عالم أصبحت فيه روسيا بحاجة إلى العملة الصعبة أكثر من حاجتها إلى إنجازات إعلامية.

وفي النهاية يتضح أن برنامج الفضاء الروسي لا يزال في مرحلة متغيرة رغم ثبات بعض العوامل المهمة، وأهمها وجود روسيا العسكري في الفضاء الذي لم يتغير. وفي المجال المدني فإنه من الواضح أن روسيا لا تنوي التخلي عن إنجازاتها الفضائية الكبيرة، إلا أنها لا تنوي إنفاق روبلاتها إلا عندما تتأكد من العائد على هذا الإنفاق، وهو اتجاه يختلف كثيرا عما بدأت به عصر الفضاء منذ نحو أربعين عاما.



# الفصل الثاني

# برنامج الولايات المتحدة بعد أبوللو

كان الهبوط على القمر هو ذروة البرنامج الفضائي للولايات المتحدة، ودون شك أعظم إنجاز فضائي لأي دولة. وبعد انتهاء برنامج أبوللو أصيبت الولايات المتحدة بما يشبه الحيرة، ماذا تفعل ببرنامج الفضاء، فقد كانت أكبر ميزة لأبوللو هو إمداد الولايات المتحدة براية تلتف حولها وتركز إمكاناتها عليها.

## مكوك الفضاء

بعد انتهاء برنامج أبوللو لهبوط إنسان على القمر في ١٩٧٢ وبعد تجارب معمل السماء سكاي لاب في ١٩٧٤ اتجهت الولايات المتحدة إلى تطوير مركبة إطلاق يمكن استرجاعها وإعادة استخدامها بدلا من القاذفات التقليدية التي تحترق أجزاؤها في الفضاء أو تبقى في المدار كشظايا فضائية بعد انتهاء مهمتها، وسميت هذه المركبة مكوك الفضاء.

ومكوك الفضاء مركبة فريدة من نوعها إذ إنها المركبة الوحيدة التي يتكرر استخدامها مرة بعد مرة بعد عودتها إلى الأرض. وتتكون المركبة من أربعة أجزاء منفصلة هي: المركبة المدارية (الجسم الطائر) وخزان الوقود الخارجي وهو الجسم الاسطواني الأوسط الضخم، ويحتوي على الوقود (الهيدروجين السائل)، والمؤكسد (الأكسجين السائل) وهو الجزء الذي لا يستعاد من المكوك، وأخيرا صاروخا الدعم ذوا الوقود الصلب. وعند إطلاق المكوك يشتعل صاروخا الدعم لمدة ١٢٠ ثانية ثم يسقطان في المحيط حيث يتم استعادتهما.

والمركبة المدارية هي الجسم المألوف لنا في صور مكوك الفضاء، وهو جسم يشبه الطائرة إلى حد كبير وله جناحان مثلثان وذيل رأسي. ويتكون جسم المركبة المدارية من مقدمة المركبة وتضم كابينة القيادة والجزء الأوسط ويحتوي قمرة المعدات والحمولة، والجزء الخلفي ويشتمل على المحرك الصاروخي الأساسي لمكوك الفضاء.

وتستطيع المركبة بهذا الشكل الذي يشبه الطائرة أن تحلق في جو الأرض عند عودتها لتهبط كما تهبط الطائرة الشراعية. ويشتمل الجزء الأوسط من المركبة على «الوحدة المساعدة للحمولة»، وهي عبارة عن صاروخ صغير يستخدم لوضع الحمولة من الأقمار الصناعية في المدار، كما يشتمل على الذراع الآلية للمكوك الذي يستخدم لاستعادة الأقمار الصناعية وإصلاح أعطابها.

ونظرا لاختلاف تقنية المكوك عن تقنيات القاذفات التقليدية فإن نسبة الحمولة الصافية له بالمقارنة بوزن المكوك نفسه أقل بكثير، إذ تبلغ نسبة كتلة الحمولة التي يستطيع المكوك أن يرفعها بالمقارنة بالكتلة الكلية للمكوك ١,٣٥٪ بالمقارنة بنسبة ٢,٨٪ للقاذف الفضائي أريان.

وكان الظن أن مكوك الفضاء سوف يحل محل معظم القاذفات الصاروخية التقليدية التي تستخدمها الولايات المتحدة وخاصة تلك التي تتعلق برحلات مدارية أو وضع أقمار صناعية في مدار حول الأرض، غير أن التجربة أثبتت الحاجة إلى النظامين معا خاصة بعد وقوع كارثة فضائية أوقفت برنامج مكوك الفضاء لمدة ٣٢ شهرا وهي الحادثة التي سنوردها بالتفصيل بعد قليل.

وقد نجحت تقنية مكوك الفضاء نجاحا كبيرا وتم تصنيع عدة مركبات منها استخدمت في عدد كبير من المهام الفضائية، وبمنتصف عقد الثمانينيات كانت مركبات مكوك الفضاء هي الوسيلة الرئيسية لتنفيذ برنامج الفضاء الأمريكي.

وخلال خمس سنوات تقريبا من ١٢ أبريل ١٩٨١ حتى يناير ١٩٨٦ قامت المركبة المكوكية كولومبيا، وهي المركبة الأولى من خمس مركبات صنعت حتى الآن، بست رحلات ذات أغراض مختلفة حملت فيها أقمارا علمية، وأقمارا للاستشعار، ورواد فضاء في تجارب مدارية، ثم تلتها المركبة تشالينجر (المتحدي) بعد عامين وقامت بأول رحلة لها في ٤ أبريل ١٩٨٣، ثم بثماني رحلات بعد ذلك.

وفي ٣٠ أغسطس ١٩٨٤ قامت المركبة الثالثة ديسكفري بأول رحلة لها. وفي أكتوبر من العام التالي أطلقت «ناسا» المكوك الرابع أتلانتيس، وهكذا أصبح لدى الولايات المتحدة أسطول من أربعة «تاكسيات» فضائية تقوم برحلاتها بشكل روتيني وتقدم خدماتها الفضائية لمن يشاء.

## كارثة فضائية تعترض البرنامج الأمريكي

ولكن في صباح يوم ٢٨ يناير ١٩٨٦ وقعت الواقعة. فقد حدثت كارثة مروعة لمكوك الفضاء تشالينجر في رحلته العاشرة وعليه سبعة رواد منهم مدرسة أطفال. وكانت «ناسا» لثقتها المتزايدة في مركبتها الفضائية الآمنة، وفي محاولة لتقريب الفضاء إلى حياة المواطن الأمريكي (دافع الضرائب)، قد دعت إلى مسابقة تقدم لها ١١ ألف شخص لاختيار من يسافر منهم إلى الفضاء، على أن يشرح كل منهم تصوره لاستخدامات الفضاء في المستقبل وما الذي يريد أن يعمله إذا أتيحت له فرصة الصعود إلى الفضاء. واختارت «ناسا» في انحياز للمستقبل (وفي حركة إعلامية بارعة أيضا) من بين الأحد عشر ألف متقدم لرحلة الفضاء مدرسة الأطفال «كريستينا ماك أوليف». وكان مقررا أن تلقي الآنسة ماك أوليف درسا على أطفالها وأطفال الولايات المتحدة من الفضاء.

وعلى شاشات التليفزيون في قاعات الجلوس وفي مطابخ منازل الولايات المتحدة حيث تتابع ربات البيوت بنصف تركيز آخر حلقات المسلسل اليومي

الممتد بلا نهاية، لم يكن هناك ما يستدعي الانتباه عندما انتقل الإرسال في الساعة الحادية عشرة والربع ليتابع العد التنازلي لإطلاق الرحلة الخامسة والعشرين لبرنامج مكوك الفضاء (والعاشرة للمركبة تشالينجر). وخلال الدقيقة الأولى ارتفعت المركبة الضخمة أمام عدسات التليفزيون إلى أن أصبحت نقطة بعيدة في الفضاء يتبعها ذيل من الدخان الأبيض، وعاد كل مشاهد إلى ما كان مشغولا به ظنا منه أن هذا إطلاق روتيني آخر من سلسلة من الإطلاقات التي أصبحت لا تكاد تثير الاهتمام.

وفي الثانية الثامنة والخمسين إذا بالصاروخ يتحول على مرأى من الجميع إلى كرة من اللهب تلتهم القاذف والمركبة ومحتوياتها جميعا. وبينما كان واضحا حجم الكارثة الوطنية وتأثيرها في برنامج الفضاء، ساد الولايات المتحدة هذه المرة إحساس عميق بالحزن للبعد الإنساني الذي مثله احتراق سبعة رواد في الفضاء، منهم مدرسة أطفال.

## تغير أولويات البرنامج الأمريكي بعد كارثة مكوك الفضاء

ظهر من كارثة مكوك الفضاء تشالينجر أن الاعتماد على رواد فضاء لأداء مهام روتينية يمكن أن تؤديها الآلات سياسة لها محاذيرها الإنسانية والإستراتيجية، ونتيجة لهذه الكارثة توقف برنامج مكوك الفضاء لمدة عامين كاملين قامت فيهما «ناسا»، التي تعرضت لهجوم وانتقادات قاسية، بمراجعة كل التفاصيل المتعلقة بأمان وسلامة الرواد، كما خرجت بأولويات جديدة لسياسة قاذفات الإطلاق في البرنامج الأمريكي أعادت فيها دور قاذفات الإطلاق الصاروخية التقليدية.

واعتمدت هذه السياسة على قيام عدد من الشركات الأمريكية العاملة في قطاع الدفاع بتطوير قاذفاتها الصاروخية والمصممة أصلا كصواريخ عابرة للقارات وإتاحتها لبرنامج الفضاء، وكذلك السماح بتأجيرها تجاريا سواء لشركات خاصة في الولايات المتحدة أو لدول وشركات أجنبية.

وفي الوقت نفسه استمرت «ناسا» في تطوير مركباتها الفضائية المكوكية وإتاحتها بالطريقة نفسها للشركات الأمريكية والدول الأجنبية، سواء لإجراء تجارب أو لوضع أقمار في المدار. ومن أهم الاستخدامات لمكوك الفضاء مع نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين حمل الأجزاء التي تشارك بها أمريكا في محطة الفضاء الدولية والتي تحتاج إلى مناورات دقيقة للالتحام بالمحطة وتثبيت الأجزاء وغير ذلك.

## قاذفات الإطلاق الأمريكية

يقوم برنامج الفضاء في الولايات المتحدة حاليا على خمسة أنواع من القاذفات هي سكاوت، وأطلس، ودلتا، وتيتان، وبيجاسوس وكلها، عدا القاذف الأخير، مطور عن صواريخ عابرة للقارات، وجميع هذه القاذفات يمكن تأجيرها لإطلاق أقمار صناعية خاصة بدول أخرى.

ومن المفيد للقارىء العربي أن نعطي في نهاية هذا الفصل بعض الأرقام التقريبية لأسعار تأجير هذه القاذفات الفضائية حيث إننا نقوم باستخدام قاذفات فضائية مثل مكوك الفضاء أو القاذف الأوروبي أريان أو القاذف الصيني «المسيرة الطويلة» في إطلاق الأقمار الصناعية «عرب سات» بغرض دعم الاتصالات والتغطية الإعلامية للمنطقة، وهو الصلة الوحيدة بيننا وبين عصر الفضاء حتى الآن.

### القاذف سكاوت Scout

الصاروخ سكاوت (الكشاف) هو أصغر القاذفات الأمريكية، وهو صاروخ ذو أربعة مراحل يعمل بالوقود الصلب، وقد بدأ تطويره منذ ١٩٥٨ واستخدم لإطلاق عدد كبير من الأقمار الصناعية العلمية، وحتى بداية عقد التسعينيات كان قد أطلق منه ١١٤ صاروخا، وتبلغ حمولته للمدار الأرضي (١٨٥ كيلومترا) نحو ٢٧٠ كيلو جراما.

## القاذف بيجاسوس Pegasus

بيجاسوس هو اسم الحصان الأسطوري المجنح في الروايات الإغريقية، ولهذا الاسم صلة بشكل القاذف بيجاسوس الذي هو صاروخ حديث مجنح يطلق من بطن قاذفة قنابل مثل الطائرة ب-٥٢ أو أي طائرة نفاثة ضخمة أخرى تحمله إلى ارتفاع ثلاثة عشر كيلومترا بدلا من أن يطلق من سطح الأرض مثل جميع القاذفات الفضائية الأخرى.

والقاذف بيجاسوس يستطيع رفع حمولة تزن ٤٠٠ كيلوجرام إلى مدار أرضي منخفض. وقد أطلق لأول مرة في ٥ أبريل ١٩٩٠، واستعمل في ١٩٩١ لوضع سبعة أقمار صغيرة في مدارها في رحلة واحدة. وتعطي طريقة إطلاق الصاروخ بيجاسوس ميزة نسبية للقاذف، حيث إنه في الواقع يطلق من قاعدة إطلاق متحركة حول العالم، وبالتالي يمكنه أن يصل إلى مدارات يصعب الوصول إليها لو أطلق من قاعدة ثابتة.

## القاذف أطلس

وهو قاذف متوسط ذو محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل، وقد تم تطوير القاذف عن صاروخ عابر القارات بالاسم نفسه، ويصنّع منه أربعة طرازات هي أطلس-I ويستطيع أن يضع حمولة تزن خمسة أطنان ونصف الطن في مدار أرضي منخفض أو أن يحمل قمرا يزن ١٠٠٠ كيلو جرام إلى المدار الثابت، وأطلس-II وأطلس A-II واللذان يعتبران نسخا مطورة من أطلس-I، وأخيرا الصاروخ أطلس AS-II والذي يشتمل على أربعة صواريخ داعمة تعمل بالوقود الصلب بالإضافة إلى القاذف الأساسي، ويستطيع هذا الصاروخ حمل قمر يزن ٣٥٠٠ كيلو جرام إلى المدار الثابت.

## القاذف دلتا

القاذف دلتا هو نتاج سلسلة طويلة مـن التطوير للصاروخ المعروف باسم ثور-دلتـا والذي كـان ينتج منذ أوائل الستينيـات، وهو ذو مـرحلتين تعملان بالوقود السـائل مع تسعة من صواريخ الدعم ذات الـوقود الصلب. ويمكن للطراز الحالي مـن القاذف دلتا رفـع حمولة قـدرها أربعة أطنـان إلى مدار أرضي منخفض أو ١٥٠٠ كيلوجرام إلى المدار الثابت.

## القاذف تيتان

يوجد من هذا القاذف ثلاثة طرازات هي تيتان-II ويستطيع حمل ٢٠٠٠ كيلو جـرام إلى مدار منخفـض، وتيتان-III ويحمل ١٤٥٠٠ كيلـو جرام إلى المدار نفسه. أما القاذف تيتان-IV فهو أقوى الصواريخ في الترسانة الأمريكية وتعادل قدرته قدرة مكوك الفضاء ويستطيع أن يحمل ١٨ طنا إلى المدار الأرضي وربع هذه الحمولة (٤٥٠٠كجم) إلى المدار الثابت.

## جدول ٦-٢ : قاذفات الإطلاق الأمريكية

| إسم القاذف | نوعه | الحمولة لمدار أرضي(١٨٥ كم) | الحمولة للمدار الثابت -كجم | متوسط عدد الإطلاقات سنويا (٩٠-٩٤) | معدل نجاح الإطلاق | تكلفة الإطلاق مليون $ (١٩٩٠) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سكاوت | ٤ مراحل وقود صلب | ٢٧٠ كجم | - | ٢ | ٨٨٪ | ١٢-١٥ |
| بيجاسوس | ٣ مراحل وقود صلب | ٤٠٠ كجم | - | ٢ | - | ٧-١٢ |
| أطلس I | وقود سائل | ٥٥٨٠ كجم | ٤٥٠ كجم | ٢ | ١٠٠٪ | ٦٥-٧٥ |
| أطلس II | وقود سائل | ٦٤٠٠ كجم | ٥٧٠ كجم | ٢ | - | ٧٠-٨٠ |
| دلتا | مرحلة أساسية وقود سائل. تسعة صواريخ دعم وقود صلب | ٥٠٠٠ كجم | ٩١٠ كجم | ٨ | ٩٤٪ | ٤٥-٥٠ |
| تيتان-II<br>تيتان-III<br>تيتان-IV | وقود سائل.<br>مرحلة أساسية+٢ صاروخ دعم صلب<br>نفس التركيب | ١٩٠٠ كجم<br>١٤٠٠٠ كجم<br>١٨٠٠٠ كجم | -<br>٢٥٠٠ كجم<br>٥٧٠٠ كجم | ٢<br>٣<br>٣ | ٩٣٪ | ٤٣<br>١٣٠ (حمولة كاملة*)<br>١٥٤ |
| مكوك الفضاء | المحرك الأساسي ذو وقود سائل صاروخي الدعم- وقود صلب | ٢٤٤٠٠ كجم | ٢٣٦٠ كجم | ٥ | ٩٧,٥٪ | متعدد الحمولة التكلفة الكلية ١٣٠$ |

* يمكن تجزئة الحمولة والمشاركة في التكلفة.

# الفصل الثالث

# دول نادي الفضاء

## الدول المتوسطة تنهي احتكار الفضاء

منذ البداية اعتبر الخروج إلى الفضاء مظهرا لتفوق الدول الكبرى التكنولوجي والعلمي ورمزا لاستقلال قرارها السياسي، وكان ذلك أبرز مايكون في حالتي فرنسا والصين، فالأولى وضعت منذ أيام الرئيس شارل ديجول هدفا لها هو أن تحقق استقلالها العلمي والتقني بعيدا عن قيادة الولايات المتحدة للعالم الغربي، ونظرت دائما بشك وريبة إلى التحالف الأنجلوساكسوني عبر المحيط الأطلنطي بين الولايات المتحدة وبريطانيا.

وهناك بطبيعة الحال عدة تفسيرات يمكن أن تقدم لهذا الموقف يرجع بعضها إلى المزاج الوطني الفرنسي المعتز بالفرانكفونية ويراها ثقافة أو قومية مستقلة عن الإنجليزية التي ينتمي إليها كل من بريطانيا والولايات المتحدة، وهناك في الوقت نفسه إحساس فرنسا بضرورة إثبات الذات بعد هزيمتها وخروجها المبكر في الحرب العالمية الثانية إلى أن تم تحرير أوروبا بوساطة قوات الغزو الأمريكي ـ البريطاني وباشتراك قوات المقاومة الفرنسية تحت قيادة ديجول. وأيضا هناك النظرة السياسية القائلة إنه ليس هناك تحالفات دائمة ولكن هناك مصالح دائمة، وأيا كانت الأسباب فقد كانت حافزا قويا لفرنسا أن تمضي قدما في برنامجها رغم التكلفة الباهظة لتطوير برنامج وطني في الفضاء.

ونتيجة لذلك وبينما استسلمت بريطانيا لمظلة الحماية النووية والفضائية الأمريكية تابعت فرنسا بقوة ونشاط برامجها في المجالين الفضائي والنووي،

وسعت إلى جذب أوروبا إلى فلكها حيث كونت وكالة الفضاء الأوروبية وأورثتها البرنامج الفضائي الفرنسي ليصبح برنامجا أوروبيا مستقلا.

وعلى الجانب الآخر من العالم -أيديولوجيا وجغرافيا- كانت الصورة تنعكس وكأنها في مرآة، إذ منذ الانشقاق الكبير بين الشريكين الأيديولوجيين الاتحاد السوفييتي والصين أدركت الصين مبكرا أنها لن تستطيع الاعتماد على الاتحاد السوفييتي لمدة طويلة وبدأت برنامجا مكثفا لتطوير قدراتها الذاتية في مجال الفضاء.

وبذلك أصبح هناك منذ بدايات عصر الفضاء، وعلى الأخص منذ منتصف الستينيات (دخلت فرنسا عصر الفضاء في ١٩٦٥ والصين في ١٩٧٠ وبالطبع كانت براجحهما قد بدأت قبل ذلك بسنوات) أربعة برامج فضائية متميزة بينها برنامجان هائلان للقوتين العظميين في ذلك الوقت ومعهما برنامجان أصغر بأهداف وطموحات أقل غير أنهما يتميزان بصفة قاطعة لا خلاف عليها وهي الاعتماد على التكنولوجيا الذاتية، وهذان هما البرنامج الفرنسي ـ الأوروبي والبرنامج الصيني.

وفي مرحلة تالية -في منتصف السبعينيات- دخلت مضمار السباق دولة خامسة هي اليابان، غير أن دخولها كان من منطلق اقتصادي - إستراتيجي أكثر منه من منطلق سياسي - إستراتيجي، إذ بدا من الواضح أن تقنيات الفضاء سيكون لها عائد اقتصادي هائل يقدر بعشرات البلايين من الدولارات سنويا، وأن الجزء الأكبر من حصيلة هذا العائد سيكون للدول التي تتمكن من تطوير قدراتها في هذا المجال بحيث تستطيع أن تقتطع لنفسها حصة كبيرة من هذه الكعكة الهائلة، ولم يكن من الطبيعي وفي ظل نموها الاقتصادي الهائل أن تظل اليابان عملاقا اقتصاديا وقزما سياسيا وإستراتيجيا، لذلك؛ فمن اعتبارات تماشي النمو الإستراتيجي مع النمو الاقتصادي وتمهيدا لدور سياسي في المستقبل يتلاءم مع وزنها الاقتصادي دخلت اليابان هذا المضمار.

ولاعتبارات سياسية وعسكرية إقليمية دخلت كل من الهند وإسرائيل هذا المجال، إذ كانت كل منهما تخشى من انحسار الغطاء العسكري عنهما وهما دولتان تعيشان في منطقتي توتر عال، واتسمت برامجهما بصبغة عسكرية واضحة غير أن الهند من جانب آخر خطت خطوات كبيرة في استخدامات الفضاء للأغراض الاجتماعية التعليمية والصحية والسكانية كما سوف نرى في الفصول المخصصة لذلك.

وبطبيعة الحال فإن عماد أي برنامج فضائي مستقل هو القدرة على حمل المركبات الفضائية ووضعها في مداراتها المختارة للأغراض المختلفة، ويعتمد هذا أساسا على تطوير صناعة قاذفات الإطلاق وهي صناعة إستراتيجية وضرورية لتحقيق التطوير المستقبلي لصناعات الفضاء جميعها، وبذلك فإن المقياس المقبول للدولة الفضائية هو امتلاكها صناعة قاذفات إطلاق قوية، ولا يعتد في غياب هذه الصناعة بتقدم الدولة في صناعات الإلكترونيات أو الاتصالات أو الأقمار الصناعية، إذ تظل الدولة في غياب القدرة على الإطلاق، رهينة اعتمادها على دول أخرى لوضع أقمارها في مداراتها أو الحصول على معلومات استطلاعية معينة أو غير ذلك، الأمر الذي قد يهدده بطبيعة الحال تغير الظروف الدولية.

ومن هنا فإن اعتبار دخول الدولة في مجموعة الدول الفضائية يمكن قياسه بإمكان وضع قمر صناعي -أيا كان حجمه- في المدار على متن قاذف فضائي من صنعها.

ولا يدخل في عداد الدول التي ينطبق عليها هذا التعريف حاليا إلا سبع دول[٥] أو مجموعة دول هي روسيا والولايات المتحدة ومجموعة الدول الأوروبية المشتركة في وكالة الفضاء الأوروبية والصين واليابان والهند وإسرائيل، وتأتي البرازيل في عداد الدول التي ينتظر انضمامها إلى هذه المجموعة قريبا.

ويوضح الجدول التالي الترتيب الزمني الذي حققت فيه الدول الفضائية المختلفة هذا الإنجاز:

جدول رقم ٦ ـ ٣: الترتيب الزمني لدخول الدول إلى عصر الفضاء

| | اسم الدولة | تاريخ الإطلاق الأول | نوع القاذف | الحمولة | اسم القمر الأول | الفترة منذ بداية عصر الفضاء |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | الإتحاد السوفييتي (السابق) | ٤ أكتوبر ١٩٥٧ | SL-1 | ١٣٠٠ | سبوتنيك-١ | – |
| ٢ | الولايات المتحدة | ٣١ يناير ١٩٥٨ | جوبيتر | | اكسبلورر-١ | اربعة أشهر |
| ٣ | فرنسا | ٢٦ نوفمبر ١٩٦٥ | | | استريك A-1 | ٨ سنوات |
| ٤ | اليابان | ١١ فبراير ١٩٧٠ | L-4S | ٥٢ | أوسومي | ١٢,٥ سنة |
| ٥ | الصين | ٢٤ ابريل ١٩٧٠ | | | تونج-فانج-هونج | ١٢,٥ سنة |
| ٦ | بريطانيا | ٢٨ سبتمبر ١٩٧١ | | | برسبيرو | ١٤ سنة |
| ٧ | الهند | ١٨ يوليو ١٩٨٠ | | ٣٥ | روهيني-٢ | ٢٣ سنة |
| ٨ | اسرائيل | ١٩ سبتمبر ١٩٨٨ | | ١٠٠ | أفق-١ | ٣١ سنة |

## أولويات الإنفاق الفضائي في العالم

ومما يساعد أيضا على تقدير حجم برامج الفضاء في مختلف دول العالم استعراض الميزانية التي تخصصها كل منها للنشاط السلمي في الفضاء، والأرقام الواردة في الجدول التالي هي من ميزانيات ١٩٩٣ غير أنها تعطي صورة تقريبية لحجم النشاط النسبي لكل دولة.

جدول رقم ٦ ـ ٤ : ميزانيات البرامج السلمية للدول الفضائية (١٩٩٣)

| الترتيب | الدولة | ميزانية البرنامج الفضائي -١٩٩٣ (بليون دولار) |
|---|---|---|
| ١ | الولايات المتحدة (ناسا) | ١٣,٣ |
| ٢ | مجموعة الدول المستقلة | الرقم غير متاح |
| ٣ | وكالة الفضاء الأوربية ESA | ٣,٧ |
| ٤ | فرنسا (يشمل الإسهام فى ESA) | ١,٨ |
| ٥ | الصين | ١,٣٥ |
| ٦ | اليابان | ١,٨ |
| ٧ | ألمانيا (يشمل الإسهام فى ESA) | ١,١ |
| ٨ | كندا | ٤١١ مليون دولار |
| ٩ | ايطاليا | ٤٧٠ مليون |
| ١٠ | بريطانيا | ٢٦٠ مليون |
| ١١ | الهند | ٢٣٠ مليون |
| ١٢ | اسرائيل | لا توجد أرقام متاحة |

# مراجع وهوامش الباب السادس

(١) السوفييت في الفضـاء ـ مجلة العلوم الكويتيـة ـ المجلد ٦ العدد ٨ أغسطس ١٩٨٩ ــ مترجم عن Scientific American, Feb. 1989.

(٢) أكثر من ٩٠٪ من النشاط الفضائي داخل الاتحاد السوفييتي السابق كان يتم داخل روسيا وهناك جزء من نشاط تطوير قاذفات الإطلاق كان يتم في أوكرانيا كما أن قاعدة مهمة من قواعد الإطلاق الفضائي تقع داخل كازاخستان.

(٣) International Reference Guide to Space Launch Systems 1991 Edition, Steven Isakowitz, American Institute for Aeronautics and Astronautics.

(٤) من بين الأحداث التي توضح بشكل درامي تأثير انهيار الاتحاد السوفييتي في برنامج الفضاء مصير المكوك الفضاء الـروسي، فبعد إلغاء برنامج تطـوير هذا المكوك ظهر إعلان في الصحـف الروسية يعرض المكوك للبيع بـلاثة ملايين (وليس بلايين) دولار ولما لم يتقدم لشرائه أحـد وضع في إحدى الحدائق العامة لعرضه للجمهور.

(٥) الدول التي حققـت إنجاز إطلاق قمر صناعـي بوسائل ذاتية هي ثماني دول، غير أن بـريطانيا لم تستمر في بـرنامجهـا الفضائي وليـس لديها الآن وسـائل إطلاق ــ انظر الفصـل الأول من البـاب السابع: أوروبا في الفضاء.



# الباب السابع

# أوروبا في الفضاء

# الفصل الأول

# بريطانيا . . امتلاك التكنولوجيا
# لا يعوض نقص الإرادة السياسية

تعتبر قصة بريطانيا في الفضاء مثالا فريدا على الفرص الضائعة لدولة امتلكت التكنولوجيا مبكرا حتى أنها كانت في مقدمة الدول الأوروبية في مجال الفضاء في الستينيات، لكنها افتقدت الإرادة السياسية التي تحول هذا السبق المبكر إلى مكانة دائمة، وبذلك خرجت من السباق الإستراتيجي الكبير للنصف الثاني من القرن العشرين وحكمت على نفسها بأن تظل دولة هامشية في مجال الفضاء[1].

بدأت بريطانيا العمل في عقد الخمسينيات في صاروخ اختباري ذي وقود صلب هو سكاي لارك، ووصلت إلى تصنيع صاروخ ذي ثلاث مراحل من هذا الطراز يستطيع حمل ١٣٥كجم إلى ارتفاع ٨٠٠كم. وفي الوقت نفسه كانت تعمل في تطوير صاروخ ذي مرحلة واحدة يعمل بالوقود السائل عرف باسم Black Knight. كما أنها حصلت على رخصة لتطوير الصاروخ الأمريكي أطلس ويعمل أيضا بالوقود السائل تحت اسم بلوستريك. وقد أوقفت بريطانيا تطوير قاذف خفيف بني على أساس هذا الصاروخ في عام ١٩٦٠ غير أنه اتخذ أساسا للمرحلة الأولى للمشروع الأوروبي الأول وهو القاذف «أوروبا» والذي تم التخلي عنه هو نفسه في بداية السبعينيات.

وفي عقد الستينيات، عملت بريطانيا على تطوير قاذف خفيف بني على أساس الصاروخ «بلاك نايت» وهو القاذف «بلاك آرو» وتم إطلاق أربع تجارب ناجحة منه في الفترة ١٩٦٩ ـ ١٩٧١. وقد قدر لهذا القاذف أن يكون

مدخل بريطانيا إلى عصر الفضاء وفي الوقت نفسه قصة فشل كبرى تستحق أن تروى بشيء من التفصيل لما فيها من عبرة تتعلق بالإرادة الوطنية.

في ٢٧ يونيو ١٩٦٩ كان برنامج الفضاء البريطاني قد وصل إلى مرحلة تسمح باختبار القاذف بلاك آرو المعد ليحمل قمرا صناعيا بريطانيا إلى الفضاء. وتم الإطلاق الاختباري الأول للصاروخ من قاعدة «ووميرا» في أستراليا باستخدام مرحلتين فقط مع مرحلة ثالثة فارغة، ولسوء الحظ فقد انحرف الصاروخ عن مساره بعد دقيقة واحدة وكان لابد من تدميره.

وكان الاختبار الثاني في ٤ مارس ١٩٧٠، وكان اختبارا ناجحا للطيران تحت المداري تمهيدا لمحاولة وضع قمر صغير في المدار. وكان الإطلاق الحاسم لهذا الصاروخ في ٢ سبتمبر ١٩٧٠، وقد فشل ذلك الإطلاق لأن محرك المرحلة الثانية انطفأ مبكرا بمقدار ثلاث عشرة ثانية، وبذلك لم تتمكن المرحلة الثالثة من الوصول بالقمر إلى السرعة الضرورية للإطلاق المداري.

وكانت كل هذه النجاحات والانتكاسات مراحل طبيعية لبرنامج يتحرك تدريجيا نحو أهدافه، غير أنه يبدو أن عزيمة الإنجليز كانت قد خارت تماما عند ذلك إذ إنهم في يوليو ١٩٧١ اتخذوا قرارا بإيقاف العمل في برنامج القاذف بلاك آرو، وكان هذا قرارا غريبا في حد ذاته في ضوء التطور الطبيعي للبرنامج، غير أنهم اتخذوا معه قرارا أغرب باستمرار اختبار القاذفات التي تم تصنيعها بالفعل دون أن يكون هناك قرار بدعم العمل في البرنامج. وهكذا في ٢٨ سبتمبر ١٩٧١ أطلق آخر قاذف من صواريخ «بلاك آرو» وكان -لدهشة البريطانيين والعالم- إطلاقا ناجحا دون أي مشكلات! وأمكن وضع القمر الصناعي «برسبيرو» الذي يزن نحو ٧٠ كيلوجراما- وهو أول وآخر قمر صناعي بريطاني يوضع في المدار بوساطة قاذف بريطاني- في مدار أرضي بيضاوي يرتفع ٥٤٧كم في أدنى نقطة و١٥٨٢كم في أعلاها.

ولم يفلح هذا النجـاح في إعادة الحياة إلى البرنامج البريطاني الـذي كان قد توقف بـالسكتة القلبية منذ شهـور لانعدام الإرادة السياسية. وهكـذا فشلت بريطانيا فضائيا في لحظة نجاحها نفسها.

وكان اشتراك بريطانيـا بعد ذلك في مجال الفضاء من خلال مشـاركتها مع الولايات المتحـدة ومن خلال المنظمة الأوروبيـة للفضاء وبرامج دوليـة أخرى غير أنها لم تصبح أبدا دولة عظمى في الفضاء.



# الفصل الثاني

# فرنسا تقتحم الفضاء وتجذب معها أوروبا

على العكس تماما من بريطانيا، كانت فرنسا مصممة منذ البداية على اقتحام الفضاء كوسيلة لإثبات تفوقها التكنولوجي ولتعزيز موقفها القومي. واقترنت هذه السياسة، التي وضعها الجنرال شارل ديجول والذي تولى الرئاسة في ١٩٥٨، بقرار تطوير قدرة فرنسا النووية والتي كانت في حاجة إلى وسيلة لحمل الرؤوس النووية بعيدا عن سيطرة القوتين الأكبر في ذلك الوقت. وهكذا بدأ العمل في تطوير عدة قاذفات في الوقت نفسه، وحاولت فرنسا أن تجذب أوروبا معها إلى هذا المجال غير أنها وجدت العراقيل والصعوبات في طريقها من بريطانيا التي كانت أكثر ميلا إلى ترك المظلة النووية والغطاء الفضائي للولايات المتحدة، ومن دول أوروبا التي لم تكن في ذلك الوقت تملك الإرادة السياسية الجماعية.

وهكذا قررت فرنسا المضي في الطريق وحدها لتطوير قدرتها الذاتية على إطلاق جسم إلى الفضاء مع استمرارها في المشاريع المشتركة مع كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي.

## المركز الوطني لدراسات الفضاء CNES

وفي عام ١٩٦٢ قررت فرنسا أن تضع أنشطتها المتعددة في مجال الفضاء تحت مظلة واحدة، وهكذا أنشىء «المركز الوطني لدراسات الفضاء Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)»، وكلفت هذه الهيئة الجديدة التنسيق والإشراف على سياسات وصناعات الفضاء

الفرنسية. وكانت هذه الخطوة بداية قوية لبرنامج الفضاء الفرنسي الذي نما نموا سريعا. فمن بداية متواضعة بسبعة وعشرين شخصا في عام ١٩٦٢ وصلت CNES إلى مائة ضعف هذا الرقم عام ١٩٩١.

وحاليا توجد لـ CNES أربعة مراكز رئيسية هي المركز الرئيسي والإدارة في باريس، وبرنامج تدريب الفضائيين وتطوير مركبة الفضاء هيرمس في «تولوز»، ومركز تطوير المركبات غير المأهولة في «إفري» بالإضافة إلى قاعدة الإطلاق الفرنسية والمستخدمة حاليا للقاذف «أريان» وهي في «كورو» بغيانا الفرنسية على ساحل أمريكا الجنوبية.

## الصاروخ ديامان Diamant

كانت أولى مهام CNES هي تطوير صاروخ فرنسي قادر على حمل قمر إلى المدار، وهكذا ولد برنامج الصاروخ «ديامان ـ الماسة»[٢] وهو صاروخ ذو ثلاث مراحل مبني على صاروخ سابق ذي مرحلتين هو الصاروخ «سافير».

وصلت قدرة الصاروخ ديامان إلى حمل قمر يزن ٨٠كجم إلى المدار أطلق عليه اسم A-1 أو «استريسك»، وكان ارتفاع الصاروخ ١٨,٧٥ متر وقطره ١,٤ متر ويزن ثمانية عشر طنا، وكان ذا ثلاث مراحل، الأولى منها بالوقود السائل والمرحلتان الثانية والثالثة ذواتا وقود صلب.

وفي ٢٦ نوفمبر ١٩٦٥ تم إطلاق القمر بنجاح إلى المدار. وبذلك أصبحت فرنسا ثالث دولة (بعد الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة) تطلق قمرها الصناعي الخاص بها بوساطة وسيلة إطلاق من صنعها -وقد أطلق الصاروخ ديامان اثنا عشر إطلاقا وتوقف البرنامج في سبتمبر ١٩٧٥- وفي عام ١٩٦٤ قررت فرنسا إنشاء قاعدتها الخاصة للإطلاق (وهي قاعدة «كورو» بغيانا الفرنسية) وتم استخدام هذه القاعدة في مارس ١٩٧٠.

غير أن فرنسا لم تدخل برامج الفضاء على قدم واحدة، فبينما كانت تطور وسائل إطلاقها الذاتية ممثلة في القاذف «ديامان» فإنها دخلت أيضا في برامج مشتركة مع الولايات المتحدة كان أبرزها قمرين للاتصالات بالاشتراك مع ألمانيا في برنامج «سيمفوني» على متن قاذفات دلتا-ثور الأمريكية، وقد تم إطلاقها إلى المدار الثابت الجغرافي Geostationary Orbit وهو مدار بعيد يصل ارتفاعه إلى ٣٦٠٠٠كم فوق سطح الأرض.

كما كان هناك تعاون كبير بين فرنسا والاتحاد السوفييتي بدأ منذ عهد الجنرال ديجول الذي وقع في عام ١٩٦٦ معاهدة فرنسية ـ سوفييتية للتعاون الفضائي، وكان أول غربي يزور قاعدة بايكونور السوفييتية السرية في ذلك الوقت، وأسفر هذا التعاون الفرنسي ـ السوفييتي عن إجراء عدة تجارب فرنسية على متن أقمار صناعية سوفييتية. وامتد هذا التعاون إلى القمر والكواكب حيث حملت المركبة القمرية لونخود والرحلات السوفييتية للزهرة والمريخ أجهزة فرنسية.

وفي الوقت نفسه الذي تساهم فيه فرنسا بقسط كبير في برامج وكالة الفضاء الأوروبية فإنها تطلق أقمارا صناعية خاصة بها لاستخدامها لأغراضها الوطنية. وأهم هذه الأقمار هو قمر الاستشعار الفرنسي «سبوت» والذي فتح مجال مسح موارد الكرة الأرضية للاستغلال التجاري بالإضافة إلى عدة أقمار أخرى للاتصالات.

وهناك برنامج فرنسي للفضاء المأهول يتم عن طريقه إعداد رواد الفضاء الفرنسيين للسفر في الفضاء في رحلات مشتركة على متن مركبات الفضاء السوفييتية والأمريكية. وطبقا لهذا البرنامج فقد زار الفضاء الفرنسي جان لوب كريتيان في ١٩٨٢ محطة الفضاء السوفييتية ساليوت-٦ على متن مركبة النقل السوفييتية سويوز ت-٦، ثم تلاه رائد آخر على متن مكوك الفضاء الأمريكي. وفي ١٩٨٨ زار كريتيان مرة أخرى محطة الفضاء ساليوت-٧ وخلال تلك الزيارة التي استمرت ثلاثة أسابيع قام بالمشي في الفضاء ليكون أول أوروبي من خارج روسيا يقوم بهذه التجربة.

# الفصل الثالث

# ألمانيا في مجال الفضاء

كان يجب أن تكون ألمانيـا هي الدولة الأولى في الفضـاء دون منازع إذا قسنا بتقـدمها في هـذا المجال الجديـد خلال الحرب العـالمية الثـانية، فكـل برامـج الصواريخ في الدول المنتصرة في تلك الحرب اعتمدت على برامج وضعها العلماء الألمان الذين تم ترحيلهم إلى دول الحلفاء بعد سقوط برلين.

وفي الحقبـة الحديثة عـاد دور ألمانيا إلى الظهـور بشكل مختلـف من خـلال وكالة الفضاء الأوروبية ESA، فألمانيا هي ثاني أكبر ممول لأنشطة ESA بعد فرنسا وتشترك في معظم مشروعات تلك الوكـالة. ومعظم مشروعات ألمانيا تتم في إطار مشترك مـع دول أوروبية غربية أخـرى، ولعل ذلك يتصل أكثـر بالجو السياسي لأوروبـا في السبعينيات والثمانينيات أكثـر مما يتعلق بقـدرة ألمانيا على القيام بهذه المهام وحدها سواء من الناحية الفنية أو التمويلية.

وتـركز ألمانيـا على صناعـة الأقمار الصنـاعية لمختلـف الأغراض وتصميـم وتنفيـذ التجارب العلميـة في الفضـاء، وتهتم بشكـل مكثـف ببرامج الفضـاء المأهولـة الخاصة بـأوروبا. غير أن ألمانيـا لم تسع إلى بنـاء قدرة إطـلاق مستقلة تجنبا لمخـاوف الدول الأوروبيـة من عودة النشـاط العسكري الألماني، ولـذلك تستخدم ألمانيا قاذفات من دول أخرى لإطلاق أقمارها.

## المهام الفضائية الألمانية

كان القمـر المسمى «آزور-١ Azur» وهو قمر علمـي أطلق في ٨ نوفمبر ١٩٦٩ هـو القمـر الألماني الأول، وتم إطـلاقـه على متـن القاذف الأمـريكـي «سكاوت Scout» لدراسة الحزام الإشعاعي للأرض، واتبعت ألمانيا هذا القمر

بعدة أقمار أخرى أطلقت بوساطة القاذف الفرنسي «ديامان» والقاذف الأمريكي «سكاوت».

وتبع ذلك مهمة طموح في ديسمبر ١٩٧٤ بالاشتراك مع الولايات المتحدة لإطلاق مركبتين فضائيتين تمران بالقرب من الشمس لقياس الرياح الشمسية والمجال المغناطيسي بين الكواكب والأشعة الكونية وهما المركبة «هليوس-١» و«هليوس-٢». وقد أطلقت المركبة الأولى في هذا البرنامج في ١٠ ديسمبر ١٩٧٤ بوساطة القاذف الأمريكي تيتانIII ومرت على بعد ٤٦,٤ مليون كيلو متر من الشمس. وفي ١٥ يناير ١٩٧٦ أطلقت المركبة «هليوس-٢» ومرت على بعد ٤٣,٥ مليون كيلو متر من الشمس، كما شاركت ألمانيا في المهمة الأمريكية «جاليليو» إلى كوكب المشتري «جوبيتر».

ومن أهم المشروعات التي شاركت فيها ألمانيا مشروع معمل الفضاء الأوروبي وهو معمل مكيف الضغط يحمل في بطن مكوك الفضاء وبداخله فنيون وعلماء لإجراء التجارب، وقد تم أول إطلاق له في ٢٨ نوفمبر ١٩٨٣ وسيأتي ذكره بتفصيل أكثر عند الحديث عن البرنامج الأوروبي في الفضاء.

وفي أكتوبر ١٩٨٥ صممت ألمانيا ونفذت مهمة في الفضاء حملت فيها اثنين من الألمان مع ستة آخرين من أمريكا وأوروبا على متن مكوك الفضاء تشالينجر لإجراء تجارب علمية خاصة بالمواد الفضائية وبطب الفضاء، ويتوقع أن تستخدم ألمانيا الخبرة المكتسبة من برنامج معمل الفضاء في برنامج المركبة الفضائية الأوروبية «كولمبوس».

## أقمار الاتصالات

في أواخر السبعينيات اشتركت ألمانيا مع فرنسا في تطوير شبكة أقمار الاتصالات المسماة «سيمفوني»[٣] والتي شملت قمرين وضعا في مدار الثبوت الجغرافي، وفي أواخر الثمانينيات أطلقت ألمانيا على متن القاذف الأوروبي «أريان» مجموعة أقمار للبث التليفزيوني وهي TVsat و DFS كوبرنيكوس لتستكمل شبكة الاتصالات والبث فوق ألمانيا.

# الفصل الرابع

# البرنامج الأوروبي في الفضاء

## نشأة برنامج الفضاء الأوروبي

كانت فرنسا هي صاحبة السبق في الدعوة لبرنامج فضائي أوروبي مستقل عن القوتين العظميين، ونتيجة لجهودها المتصلة تكونت أول منظمة أوروبية للفضاء وهي «المنظمة الأوروبية لأبحاث الفضاء» ESRO أو European Space Research Organization في عام ١٩٦٤ من عشر دول أوروبية بهدف تدعيم التعاون في الفضاء للأغراض السلمية. وكانت هذه أول منظمة دولية تجعل استخدام الفضاء للأغراض السلمية هدفا صريحا لها، وكان هذا بعد سبع سنوات فقط من بداية عصر الفضاء. ونجحت ESRO نجاحا كبيرا وتمكنت من تطوير سبعة أقمار علمية أطلقت جميعها على متن قاذفات أمريكية، وخصصت هذه الأقمار لدراسة الهالة الشمسية وطبقة الأيونوسفير، وخصص واحد منها لدراسة المجال المغناطيسي للأرض وآخر لدراسة الرياح الشمسية.

وعلى التوازي مع منظمة ESRO والتي كانت تعمل لتطوير أقمار علمية كونت ست دول هي فرنسا وألمانيا وإيطاليا والمملكة المتحدة وبلجيكا وهولندا منظمة لتطوير صواريخ الإطلاق وهي «المنظمة الأوروبية لتطوير القاذفات ELDO»، ووضعت برنامجا طموحا لتطوير قاذف للإطلاق سمي «أوروبا» يستخدم الصاروخ البريطاني «بلوستريك» كمرحلته الأولى مع مرحلة ثانية تبنيها فرنسا وألمانيا.

غير أن القاذف «أوروبا» تعرض لانتكاسة عندما فشل أول إطلاق لقمر صناعي هيكلي في ١٩٧٠ . ومع ذلك فقد مضت فرنسا في خططها لإطلاق «أوروبا-٢» والذي تعرض أيضا للفشل في إطلاق اختباري في نوفمبر ١٩٧١ .

وزاد من صعوبة الأمر أن بريطانيا ألغت برنامجها للصاروخ «بلو ستريك» في يونيو ١٩٧١ والذي كان يمثل المرحلة الأولى لكل من «أوروبا» و«أوروبا-٢» . وكان من نتائج هذا الفشل المتكرر أن ألغي برنامج القاذف «أوروبا» وتم حل منظمة ELDO والتي حلت مكانها فيما بعد «وكالة الفضاء الأوروبية ESA» .

ورغم الفشل فقد قررت CNES الفرنسية المضي قدما في برنامجها نحو تطوير قاذف قوي يمكن الاعتماد عليه لإطلاق أقمار صناعية إلى مدار ثابت جغرافيا Geostationary Orbit حول الأرض .

## وكالة الفضاء الأوروبية وأسلوب المشاركة الدولية

في ديسمبر ١٩٧٣ أنشئت وكالة الفضاء الأوروبية ESA «إيسا» بهدف «تحقيق التعاون لأغراض سلمية بحتة بين دول المجموعة الأوروبية في أبحاث وتقنيات الفضاء وتطبيقاتها»، وتكونت الوكالة الأوروبية للفضاء من أربعة عشر عضوا هم: فرنسا وألمانيا وإيطاليا وبلجيكا والسويد والنرويج وإسبانيا وبريطانيا والدانمارك وإيرلندا وهولندا وسويسرا والنمسا ودولة غير أوروبية هي كندا وعضو منتسب هو فنلندا .

وكانت فرنسا دائما هي القوة المحركة وراء وكالة الفضاء الأوروبية ESA والمشارك الأكبر في نفقاتها، فعلى سبيل المثال كانت مساهمات الدول الرئيسية المشاركة في «إيسا» في عام ١٩٩٤ هي ٢٦٪ لفرنسا و١٩٪ لألمانيا و١٥٪ لإيطاليا، وهذه الدول الثلاث بالإضافة إلى الأرباح التجارية للنشاط الفضائي

تغطي نحو ثلاثـة أرباع ميزانية وكالة الفضاء الأوروبيـة . وتصل ميزانية ESA إلى ثلاثة آلاف مليون دولار سنويا .

ويوضح الجدول رقم (٧ـ١) نسب مساهمات الدول الأوروبية الأربع عشرة وكندا في ميزانية وكالة الفضاء الأوروبية .

ومن إعـلان إنشاء المنظمـة الأوروبية ESA نرى أنها أنشئـت بدافـع تنمية الاستخـدام السلمي للفضـاء منـذ البدايـة ، كما أنها اعتمـدت منـذ إنشائهـا أسلوب تـوزيع العـائد التكنولوجـي على أعضائهـا بنسبة مشـاركتهم في رأس المال . ومن المفيد النظر إلى تكوين وكالة الفضاء الأوروبية وكيفية عملها حيث إنها تمثل نمـوذجا لمنظمة تضـم عددا كبيرا من الأعضـاء في مراحل مختلفـة من النمو التقني وقدرات مختلفة على التمويل والاستفادة من برامج الفضاء .

وتنقسم البرامـج التي تقوم بها وكـالة الفضـاء الأوروبية إلى نوعين : بـرامج ملزمـة وبرامج اختيـارية ، ويساهـم جميع الأعضـاء في البرامج الملزمـة ، وهي عموما البرامج العلمية ، وإن كان حجم الإسهام فيها يتغير طبقا لصيغة تأخذ في الاعتبار حجم اقتصاد الدولة وقيمة عملتها وغير ذلك . أما البرامج الأخرى مثـل القـاذف أريان والنـاقلـة الفضـائية أو مكـوك الفضـاء Space Shuttle هيرميـــس Hermes والمحطة الفضـائية كولمبس فهـي برامج اختياريـة وتقوم بالعبء الأكبر فيها إحدى الدول الرئيسية في المنظمة .

ويسمح تشكيل الـوكالة الأوروبية بأن تـركز كل دولة جهـودها في الاتجاه الذي تـريده والمشروع الـذي تـريد الإسهـام فيـه بالقـدر الأكبر بما يتفـق مع اهتمامـاتها ومصالحها الوطنية ، وعلى ذلك نجد أن فرنسا تضع الجهد الأكبر في تطوير القاذف «أيريان» الذي تسـاهم فيه بما يصل إلى نحو ستين في المائة من تكـاليفه ، بينما تركز ألمانيا جهـودها في مشروع معمل الفضـاء الذي قـررت أن تتحمل أكثر مـن نصف نفقـاته ، وفي الـوقت نفســه فإن بـريطـانيا اختـارت أن تستثمر في أقمار الاتصـال الفضائية التابعة للوكالة والتي تتوقع أن يكون لها عائد تجاري مناسب .

جدول رقم ٧ ـ ١
نسب مساهمات الدول الأوروبية وكندا في ميزانية وكالة الفضاء الأوروبية(٤)

| الدولة | نسبة المساهمة ١٩٨٩ | نسبة المساهمة ١٩٩٥ |
|---|---|---|
| ١- فرنسا | ٪٢٣,٣٠ | ٪٢٦,٠٧ |
| ٢- ألمانيا | ٪١٨,١٠ | ٪١٩,١٠ |
| ٣- ايطاليا | ٪١١,٤٠ | ٪١٤,٦١ |
| ٤- المملكة المتحدة | ٪٠٥,٣٠ | ٪٠٦,٥٠ |
| ٥- بلجيكا | ٪٠٣,٥٠ | ٪٠٤,٩٠ |
| ٦- أسبانيا | ٪٠٢,٨٠ | ٪٠٤,٠٤ |
| ٧- هولندا | ٪٠٢,٢٠ | ٪٠٢,٥٨ |
| ٨- سويسرا | ٪٠١,٧٠ | ٪٠٢,٣٨ |
| ٩- السويد | ٪٠١,٩٠ | ٪٠٢,٢٩ |
| ١٠- النمسا | ٪٠,٦٠ | ٪٠١,٠٥ |
| ١١- الدانمارك | ٪٠,٨٠ | ٪٠,٨٥ |
| ١٢- النرويج | ٪٠,٦٠ | ٪٠,٧٧ |
| ١٣- كندا | ٪٠,٩٠ | ٪٠,٦٦ |
| ١٤- فنلندا | ٪٠,١٠ | ٪٠,٤٢ |
| ١٥-ايرلندا | ٪٠,٢٠ | ٪٠,٢٠ |
| مصادر أخرى | ٪٢٦,٦٠ | ٪١٣,٥٧ |

ومن ناحية توزيع العائد التكنولوجي فإن أنظمة وكالة الفضاء الأوروبية تسمح بتوزيع العائد التقني أو حجم المشروعات الهندسية المصاحبة لمشروع ما، والتي تولد عمالة ونشاطا اقتصاديا ومعارف تقنية مكتسبة داخل الدولة المنفذة، بحيث يتناسب مع الإسهام المالي للدول المشاركة في المشروع. وبذلك حلت أوروبا مشكلة الضغوط السياسية والانتخابية داخل كل دولة من الدول الأعضاء في المنظمة واختلاف

أولويات هذه الدول، وهو أسلوب يمكن أن يحتذى في منطقتنا العربية إن توافرت فيها في وقت ما العزيمة السياسية للدخول في مجال استخدام الفضاء (سوف نعود لهذه النقطة المهمة بإذن الله في الباب السابع عشر والأخير والذي يتناول العرب وعصر الفضاء).

## برامج وكالة الفضاء الأوروبية

ركزت وكالة الفضاء الأوروبية على دعم وتطوير القدرة الذاتية لإطلاق أقمار ومركبات فضائية لأغراض مختلفة، ولم تكتف -بدفع من فرنسا- بتطوير صناعات الفضاء التطبيقية فقط بل استهدفت منذ البداية إيجاد وسيلة مجربة يعتمد عليها لوضع الأقمار الصناعية في مداراتها المطلوبة، وكان عماد هذه السياسة هو القاذف الناجح «أريان» الذي أثبت من خلال مراحل متتالية من التطوير وعدد كبير من الإطلاقات الوثوق بنسبة عالية في نجاح إطلاقاته.

وهذا هو العامل الأول في النجاح التجاري لأي قاذف نظرا للاستثمار الضخم الذي ينفق في بناء الأقمار الصناعية ومركبات الفضاء وتعرض هذا الاستثمار للضياع في حالة فشل الإطلاق.

ونظرا لنجاح «أريان» المطرد أمكن بعد سنوات من تجربته تقديمه إلى العالم كوسيلة تجارية مضمونة لحمل الأقمار الصناعية إلى مداراتها للأغراض المختلفة، وهو الآن أحد أعمدة وسائل النقل الفضائي العالمي مع القاذف الصيني «لونج مارش» ومكوك الفضاء الأمريكي.

وبالإضافة إلى «أريان» فإن وكالة الفضاء الأوروبية عملت على تطوير معمل الفضاء الأوروبي «سبيس لاب» والناقل الفضائي «هيرمس» ومحطة الفضاء «كولبس»، وهناك أيضا عدد من البرامج العلمية وإطلاق أقمار الاتصالات وبرامج الاستخدامات السلمية للفضاء.

ويوضح الجدول (٧ ـ ٢) نسب إنفاق وكـالة الفضاء الأوروبية على البرامج المختلفة.

جدول رقم (٧ ـ ٢): أهم البرامج الفضائية الأوروبية ونسب الإنفاق عليها

| النشاط | نسبة الإنفاق ١٩٩٤ |
|---|---|
| نظم الإطلاق الفضائية | ٣٨٪ |
| المسح الفضائى | ١٦٪ |
| التجارب العلمية | ١٣٪ |
| الإتصالات | ١٠,٦٪ |
| محطة الفضاء | ٥,١٪ |
| بحوث الجاذبية الضعيفة | ٣,٥٪ |
| برامج مشتركة | ٢,٤٪ |
| إدارة وميزانية عامة | ١١,٧٪ |

## أريان: المغامرة الأوروبية الناجحة في مجال الفضاء

يقف القـاذف الأوروبي «أريان» مثالا متميـزا على النجاح في عـالم الفضاء الخارجي مستقلا عن القـوتين الكبيرتين. وقد بني برنامج «أريـان» منذ البداية على الاستغلال التجاري للفضاء الخارجي، غير أن تـاريخه لم يكن كله سلسلة من النجـاحات، فقـد تعرض البرنامـج لنكسات أوشكـت أن تودي بـه عدة مرات، غير أن الإرادة الصلبة لفرنسا وإصرارها على أن يكون لأوروبا إمكاناتها المستقلة في عالم الفضاء الخارجي قادت أريان من احتمالات الفشل إلى حصوله حاليا على مايقرب من ٦٠٪ من سوق الإطلاق التجاري إلى الفضاء.

وبينما كانت الولايات المتحدة تضع ملامح برنامجها للاستغلال التجاري للفضاء بإطلاق «مكوك الفضاء»، قررت ESA في عام ١٩٧٣، بدفع من فرنسا المشارك الرئيسي، اعتماد برنامج يقوم على تكنولوجيا القاذفات التقليدية والتي كانت قد بلغت درجة كبيرة من النضج في أواخر الستينيات. ولشدة اهتمام فرنسا بتدعيم وضعها كدولة فضائية أبدت استعدادها لتمويل نحو ثلثي المشروع، وهكذا ولد مشروع القاذف «أريان». وكان توزيع مساهمات الدول المختلفة في مشروع أريان انعكاسا للأهمية التي توليها كل منها لبرنامجها الفضائي. وأما المقياس الآخر فهو نسبة الإنفاق على أبحاث الفضاء من جملة الدخل القومي، وبالنسبة للإنفاق على أريان فقد كانت النسب على النحو التالي:

جدول رقم ٧ ـ ٣: نسب مساهمة الدول الأوروبية في مشروع القاذف أريان

| الدولة | نسبة المساهمة | الدولة | نسبة المساهمة |
|---|---|---|---|
| فرنسا | ٥٨,٤٨٪ | اسبانيا | ٢,٥ ٪ |
| المانيا الغربية | ١٩,٦٪ | السويد | ٢,٤ ٪ |
| بلجيكا | ٤,٤ ٪ | هولندا | ٢,٢ ٪ |
| ايطاليا | ٣,٦ ٪ | الدانمارك | ٠,٧٠٪ |
| بريطانيا | ٣,١٧٪ | ايرلندا | ٠,٢٥٪ |
| سويسرا | ٢,٧ ٪ | | |

ومما يلفت النظر في هذا الجدول حجم الإسهام الضئيل لبريطانيا، ولعل هذا ليس إلا انعكاسا للحساسية الكبيرة التي كانت، ولا تزال، تجدها بريطانيا في أي مشروعات أوروبية مشتركة وميلها نحو جارتها الأنجلوفونية الكبيرة عبر المحيط الأطلنطي.

## تصميم القاذف أريان

يقوم تصميم أريان على أساس كونه قاذفا ذا ثلاث مراحل تعمل محركاته بالوقود السائل، ويستطيع الصاروخ المصمم على هذا الأساس والذي سمي

أريان-١ رفع حمولـة قدرها ١,٨٥ طن إلى مدار مـواكب أو متزامن مـع حركة الأرض Geostationary Orbit وهو المدار المسمـى بالمدار الجغرافي الثـابت والذي يستخـدم لأغراض الاتصالات والبث التلفـزيوني ويرتفـع فوق الأرض بنحو ٣٥٨٠٠ كيلو متر.

أما أريان-٢ والذي أضيف إليه صاروخـا دعم يستخدمان الوقود الصلب فيستطيع رفع ٢,٢ طـن تقريبا إلى المدار نفسه. وقد أمكن بـإدخال تحسينات على هـذا القـاذف الأخير، إنتـاج أريـان-٣ الذي يمكنـه أن يحمـل قمـريـن صناعيين يزنان معا ٢,٦ طن إلى المدار المواكب أو المتزامن مع الأرض.

بـدأ العمل في بـرنامـج أريـان في يوليـو ١٩٧٣، وفي ٢٤ ديسمبر ١٩٧٩ وبعد سـت سنوات ونصف السنـة من بـدء العمل في القاذف نجـح الإطلاق التجريبـي الأول لأريان حامـلا كبسولة تكنـولوجيـة محتوية على أجهـزة قياس واتصال إلى مـدارها المستهـدف، وبدا أخيرا أن بـرنامـج الفضاء الأوروبي قـد أصبح حقيقة واقعة.

وبمجرد نجـاح أريان-١ بدا واضحا أن هنـاك حاجة إلى قـاذف يستطيع رفـع حمولات كبيرة ومتعـددة إلى مـدارات مختلفة وخـاصـة إلى المدار الجغـرافي الثابت، ومن هنا بدأ العمل في يـوليو ١٩٨٠ في برنامج أريان-٢ وأريان-٣. وكانت هذه القاذفات المبنية على أريـان-١ استجابة لسوق الإطلاق التجارية التي كـانت قـد بدأت في الظهـور وتبلورت احتيـاجاتها في قـاذفات معتمـدة متعددة الأغراض.

وأدى نجاح إطـلاق أريان، وفي وقت كانـت فيه سوق الإطـلاق التجاري في حاجة إلى قاذف معتمد، إلى تدفـق طلبات الإطلاق من أوروبا ومن الشرق الأوسط وحتى من المنـافس الرئيسي الولايات المتحدة، ودفـع ذلك النجاح إلى إنشاء شركـة تجارية لاستثمار هذا النجاح هـي «أريان سبيس». وفي ينايـر من عام ١٩٨٢ أعطيت إشارة البدء في تطوير القاذف أريان-٤.

## القاذف أريان-٤

أريان-٤ هو القاذف الناجح الذي بنت عليه أوروبا نجاحها في مجال قاذفات الإطلاق التجارية، وقد بدأ إطلاقه في يونيو ١٩٨٨، واستخدم في ٢٥ فبراير ١٩٩٢ في إطلاق القمر الصناعي «عرب سات ٣» وقمر ياباني آخر من قاعدة كورو في غيانا الفرنسية إلى مدار انتقالي مؤقت يتم تحريك القمر منه إلى أن يصل إلى مداره النهائي. وقد فشل هذا القاذف في فبراير عام ١٩٩٠ في إطلاق قمرين يابانيين مما اعتبر وقتها نكسة لبرنامج الفضاء الأوروبي، غير أن البرنامج عاد إلى مساره الطبيعي بعد ثلاثة شهور فقط.

ويتكون القاذف «أريان-٤» من ثلاث مراحل، تتكون المرحلة الأولى منها من أربعة محركات ذات وقود سائل تكون معا المحرك الرئيسي داخل جسم القاذف بالإضافة إلى أربعة محركات دعم، ويبلغ إجمالي قوة الدفع عند الإطلاق ٥٧٠٠ كيلو نيوتن، كما يبلغ الوزن الإجمالي عند الإطلاق ٤٦٠ طنا، ويستطيع هذا القاذف الضخم إطلاق حمولة وزنها ٤,٢ طن إلى المدار المواكب للأرض.

ويتميز تصميم «أريان-٤» باستخدامه مجموعة من صواريخ الدعم في المرحلة الأولى يمكن تشكيلها حسب المهمة المخصص لها القاذف، ويمكن أن تكون هذه الصواريخ الداعمة من النوع ذي الوقود السائل أو الصلب، ويؤدي هذا إلى مرونة في تطويع الصاروخ للمهام الموجه إليها مما يعتبر ميزة تجارية لا تتوافر لأي قاذف آخر.

ونستطيع هنا أن نضيف بهذا الخصوص تفصيلة فنية للقارئ تساعده على تعرُّف الطرازات المختلفة من هذا القاذف، فنتيجة للمرونة في تجميع القاذف حسب المهمة يطلق على قاذفات أريان تسميات ترتبط بمجموعة الصواريخ الداعمة المثبتة به، فيضاف الحرف «L (liquid)» إذا كانت الصواريخ من النوع ذي الوقود السائل، ويضاف الحرف «P (poudre)» إذا كانت من النوع

الصلب، ويضاف رقم ثان لاسم القاذف Ariane-4 ليدل على عدد الصواريخ الداعمة، وبالتالي فإن Ariane-44L هو طراز من القاذف أريان-٤ يضم أربعة صواريخ داعمة ذات وقود سائل، بينما يشتمل Ariane-44LP على صاروخين ذوي وقود سائل واثنين ذوي وقود صلب Ariane 42PG على صاروخين يعملان بالوقود الصلب وAriane-40 هو القاذف الأساسي دون إضافات.

وبطبيعة الحال يختلف مقدار الدفع الذي يمكن الحصول عليه، وبالتالي ارتفاع المدار ووزن الحمولة، باختلاف عدد ونوع الصواريخ الداعمة، ويتراوح الحمل الذي يمكن إطلاقه إلى المدار المواكب للأرض من ٢٦٠٠ كيلو جرام للقاذف من طراز Ariane-42P إلى ٤٢٠٠ كيلو جرام للقاذف Ariane-44L وهو أقوى تلك القاذفات.

## أريان-٥ : الأهداف والمهام

يمثل «أريان-٥» الجيل الخامس من البرنامج الأوروبي، ويعتبر أحد الأعمدة الثلاثة الرئيسية لبرنامج الفضاء الأوروبي، وهي القاذف أريان-٥ ومكوك الفضاء هيرميس ومحطة الفضاء كولومبس. وقد صمم القاذف بحيث يحقق هدفين: أن يكون منخفض التكلفة بشكل يحقق له المنافسة في الإطلاق التجاري وأن يكون مأمونا بما يكفي لاستخدامه في المهام التي بها رواد فضاء.

وسيبنى أريان-٥ كقاذف إطلاق متعدد المهام، وتكون مهمته الرئيسية إطلاق أحمال تجارية إلى المدار الثابت الجغرافي، وسوف يكون قادرا على إطلاق حمولتين تزن كل منهما ثلاثة أطنان إلى ذلك المدار على ارتفاع نحو ٣٦ ألف كيلو متر، كما سيمكنه إطلاق حمل واحد يزن ٦,٩ طن أو ثلاثة أحمال تزن مجتمعة ٥,٥ طن إلى المدار نفسه.

وستكون المهمة الثانية هي إطلاق مكوك الفضاء الأوروبي «هيرمس» والذي سيحمل ثلاثة من رواد الفضاء، وسوف يحمل أريان-٥ مكوك الفضاء إلى مدار يبعد ٤٦٣٠٠ كيلو متر. وهناك مهمتان أخريان صمم القاذف الأوروبي الجديد ليقوم بهما، وهما حمل أجزاء من محطة الفضاء الأوروبية «كولومبس» إلى مدار يبعد ٥٠٠ كيلو متر فوق الأرض والأخرى حمل عشرة أطنان من المهام العلمية إلى مدار يبعد ٨٠٠ كيلو متر.

ويتكون القاذف العملاق أريان-٥ من مرحلتين: تعمل المرحلة الرئيسية منها بمحرك من النوع ذي الدفع البارد[٥] ، وهي تكنولوجيا صعبة ومعقدة وتعتبر مفتاح تطوير القاذفات العملاقة، ويستخدم هذا النوع الغازات السائلة وقودا عند درجات حرارة شديدة الانخفاض، ويستخدم هذا المحرك الأكسجين والهيدروجين السائلين وقودا ويحمل ١٣٠ طنا من الأكسجين السائل و٢٥ طنا من الهيدروجين السائل، ويعطي هذا المحرك دفعا قدره ١٠٢ طن.

ويتكون الجزء السفلي من القاذف من صاروخي دعم ذوي وقود صلب يعطيان دفعا قدره ٧٥٠ طنا عند الإطلاق، ويزن الوقود الصلب داخل الصاروخين ٢٣٠ طنا.

ويحمل الجزء الأعلى من القاذف أريان-٥ محرك المرحلة الثانية، وهو محرك ذو وقود سائل سريع الإشعال. وتعطي هذه المرحلة قوة دفع قدرها ٢,٨ طن لمدة نحو ٨٠٠ ثانية.

وقد بدأت اختبارات الإطلاق لأريان-٥ في ١٩٩٥ . وفشل أول إطلاق له في ٥ يونيو ١٩٩٦ أما سفينة الفضاء «هيرمس» فمخطط إطلاقها دون رواد فضاء في عام ١٩٩٨ وبروادها في ١٩٩٩ .

## معمل الفضاء الأوروبي سبيس لاب (٢٨ نوفمبر ١٩٨٣)

يمثل معمل الفضاء الأوروبي «سبيس لاب» مبادرة أوروبا العلمية في الفضاء، وهو أحد المشاريع الاختيارية لوكالة الفضاء الأوروبية ESA. وحيث إنه مشروع اختياري فمن حق كل دولة أن تحدد مدى مساهمتها فيه، وهناك عادة دولة أوروبية «تتبنى» المشروع الاختياري وتتحمل القسط الأكبر من تكلفته، وفي حالة «سبيس لاب» كانت ألمانيا هي تلك الدولة إذ تحملت ٥٣,٣٪ من التكلفة، بينما تحملت إيطاليا ١٨٪ وفرنسا ١٠٪ والمملكة المتحدة ٦,٣٪.

وتم تصميم معمل الفضاء الأوروبي منذ بدايته ليكون متصلا بمكوك الفضاء الأمريكي الذي يحمله داخل غرفة الحمولة الخاصة به، ويعتمد المعمل على المكوك الفضائي في إمداده بالطاقة وبكل الإمدادات الحيوية اللازمة لتسهيل عمل الرواد به.

ويتكون معمل الفضاء من عدة وحدات اسطوانية مكيفة الضغط قطرها أربعة أمتار وطول كل منها ٢,٧ متر مزودة بأرفف وتوصيلات لتركيب الأجهزة العلمية التي تتنوع حسب المهمة. ويسمح الجو داخل تلك الوحدات بإقامة وعمل رواد الفضاء في جو مفتوح أي دون ملابس خاصة، ويقيم الرواد بالغرفة الرئيسية بمكوك الفضاء، لكنهم يدلفون إلى المعمل لإجراء تجاربهم وأخذ قياساتهم عن طريق نفق مكيف الضغط.

ويتصل بالمعمل منصة خارجية تثبت عليها الأجهزة التي لا تحتاج إلى جو خاص أو التي يلزم تعريضها للفراغ الكوني الخارجي، وتتصل هذه المنصة بالداخل بوساطة الأجهزة والتوصيلات التي تسمح بإجراء تجاربها وأخذ القياسات من داخل الوحدة المكيفة.

تم إطـلاق المهمة الأولى لمعمل الفضـاء الأوروبي على متن مكـوك الفضاء كـولومبيـا في ٢٨ نوفمبر ١٩٨٣ ، واستمـرت عشرة أيـام وحملت عشرات مـن التجارب العلمية وعالما ألمانيـا ضمن طاقم المكوك المكون مـن ستة أفراد، وتلا ذلك عدة مهام في عام ١٩٨٥ منها مهمة خاصة بوكالة الفضاء الألمانية وأخرى خاصة بوكالة الفضاء اليابانية.

على أن كارثـة تدمير مكوك الفضاء الأمـريكي تشالينجـر في ١٩٨٦ (انظر الفصل الثاني من الباب السادس) أدت إلى تأخير خطط إطلاق معمل الفضاء الأوروبي، ورغم أنه استعاد إطلاقه في ١٩٩١ في مهمة مخصصة لدراسة العلوم الحيوية Life Sciences فإن ارتفاع التكاليف وما نتج عن كارثة مكوك الفضاء من ضرورة اتخاذ احتيـاطات كبيرة أدى إلى أن معمل الفضـاء «سبيس لاب» لم يصل إلى تحقيق الآمـال التي كانت معلقة عليـه كوسيلة مرنة وقليلـة التكاليف نسبيا لإجراء التجارب العلمية في الفضاء.

## المكوك الفضائي الأوروبي «هيرمس»

حتى يمكـن أن تحقق الاستقلال في قـدراتها الفضائية عـن القوتين الأكبر للحقبة القـادمة ركزت أوروبـا على ثلاثـة مشروعات كبيرة ومتكاملـة، وهي: القاذف العملاق أريان-٥ ، ومكوك فضـائي صغير سمي «هيرمس»، ومحطة الفضاء كولومبس.

والهدف من المكوك الفضـائي هو تصميم مركبة متكـررة الاستخدام لحمل رواد الفضاء الأوروبيين والإمـدادات الخاصة بهم إلى محطة الفضـاء الأوروبية. وكما نعلم (انظـر الباب الخامس: استيطـان الفضاء والمحطات المداريـة) فإن روسيـا اعتمـدت على مركبتـي الفضـاء سـويـوز وبـروجرس، وهما مـركبتـان تقليـديتان، لحمـل الرواد ولـلإمـداد والتمويـن لمحطتها المداريـة «مير»، بينما اعتمدت الولايات المتحدة أسلوب مكـوك الفضاء متكرر الاستخدام في معظم مهامها الفضائية بعد مهمة «أبوللو».

وكالعادة تبنت فرنسا المشروع باعتباره يحقق الاستقلال عن الولايات المتحدة، بينما امتنعت بريطانيا عن المشاركة فيه بدعوى أنه سيكون باهظ التكلفة ولن يستطيع المنافسة مع المكوك الأمريكي على أي حال.

وقد صمم «هيرمس» ليحمل ثلاثة رواد، ويشبه في شكله العام مكوك الفضاء الأمريكي من حيث إنه مركبة مجنحة تستطيع الهبوط أفقيا من الفضاء، ويحملها إلى الفضاء القاذف أريان-٥. غير أن مصير المكوك الأوروبي أصبح الآن غير واضح نتيجة تغير الظروف الدولية واتجاه الدول الفضائية إلى تجميع جهودها في محطة فضائية دولية واحدة.

## محطة الفضاء الأوروبية «كولومبس»

مشروع محطة الفضاء الأوروبية «كولومبس» هو أحد العناصر الثلاثة المكونة للبرنامج الفضائي الأوروبي. وتتكون المحطة من وحدة مكيفة الضغط سوف تلحق بالمحطة الدولية، ومعمل فضائي يمكن أن يستعمله رواد الفضاء لإجراء التجارب العلمية، وقمر صناعي للمسح الفضائي، وتسع الوحدة المكيفة بين رائدين إلى ثلاثة رواد وتحمل داخل مكوك الفضاء الأمريكي وتخصص أساسا لدراسات الجاذبية الضعيفة. أما المعمل الفضائي فسيكون مجهزا لإجراء التجارب العلمية ويمكن خدمته بوساطة المكوك الأوروبي «هيرمس».

## علامات بارزة في البرنامج الفضائي الأوروبي

- ١٩٦٤ ـ إنشاء المنظمة الأوروبية لتطوير القاذفات ELDO
- ١٩٧٠ ـ أول إطلاق تجريبي للصاروخ «أوروبا» ـ الصاروخ ينحرف عن مساره.
- ١٩٧١ ـ الصاروخ «أوروبا-٢» ينحرف عن مساره ويتم تدميره.
- ١٩٧٣ ـ إنشاء وكالة الفضاء الأوروبية ESA من أحد عشر عضوا.

- ٢٤ ديسمبر ١٩٧٩ ــ نجاح إطلاق أول صاروخ فضائي من طراز أريان.
- ١٩ يونيو ١٩٨١ ـ إطلاق أول قاذف من طراز أريان حاملا قمرين صناعيين.
- ١٩٨٢ ـ الإطلاق الخامس لأريان يفشل وفقد قمرين صناعيين.
- ٧ فبراير ١٩٨٥ ـ أريان يطلق القمر الصناعي «عرب سات-١».
- سبتمبر ١٩٨٧ ــ نجاح إطلاق القاذف أريان-٣ حاملا قمرين صناعيين.
- يونيو ١٩٨٨ ـ القاذف الفضائي أريان-٤ في أول إطلاق له يضع قمرا صناعيا للأرصاد الجوية في مداره.
- فبراير ١٩٩٠ ـ فشل القاذف أريان-٤ في الإطلاق يؤدي إلى فقد قمرين صناعيين يابانيين وتوقف برنامج الإطلاق مؤقتا.
- مايو ١٩٩٠ ـ القاذف أريان-٤ يعود إلى الإطلاق بنجاح.
- ١٩٩٦ ـ اختبارات الإطلاق لأريان-٥.
- ١٩٩٨ أريان-٥ يحمل مكوك الفضاء الأوروبي هيرمس إلى الفضاء دون رواد فضاء.
- ١٩٩٩ أريان-٥ يحمل هيرمس إلى الفضاء برواده.

## هوامش ومراجع الباب السابع

(١) رغم أن بريطانيا كانت الدولة السادسة في الوصول إلى الفضاء فإنها لا تملك حاليا أي قدرات إطلاق ذاتية.
(٢) اتخذت جميع الصواريخ الفرنسية أسماء أحجار كريمة مثل Topaze, Rubis, Emerande, Saphir
(٣) انظر الباب الثالث عشر: الاتصالات والبث التليفزيوني.
(٤) موسوعة جينز للفضاء ١٩٩٤ ـ ١٩٩٥.
(٥) محركات الدفع على البارد Cryogenic engines: وهي محركات تستخدم الوقود السائل مثل الأكسجين والهيدروجين في درجات حرارة شديدة الانخفاض.

## الباب الثامن

# القوى الفضائية الآسيوية
# الصين واليابان

بالتعبير الجغرافي الدقيق فإن القوى الفضائية الآسيوية هي خمس قوى، ثلاث منها متوسطة هي الصين واليابان والهند، ثم هناك إسرائيل والتي تمتلك برنامجا فضائيا صغيرا، وهناك روسيا والتي هي دولة آسيوية بحكم الامتداد الجغرافي. غير أننا عندما نتكلم عن القوى الفضائية الرئيسية فإننا نفرّق بين الصين واليابان وهما قوتان فضائيتان متوسطتان وتشكلان مع أوروبا عنصر التوازن الفضائي مع القوتين الكبريين الولايات المتحدة وروسيا، وبين الهند وإسرائيل اللتين تطوران برنامجين متواضعين نسبيا وتحكمهما ظروف التحديات الإقليمية التي تواجهها كل منهما. ومن هنا فقد أفردنا هذا الباب للقوى الفضائية الآسيوية الكبرى وخصصنا الباب التالي للبرامج الفضائية المحدودة وتضم الهند وإسرائيل.

وإذ كنا بصدد الحديث عن البرامج الفضائية المتوسطة والمحدودة فإنه من المناسب أن نذكر بعض الدول المرشحة للالتحاق بنادي الفضاء في وقت قريب نسبيا. ففي أمريكا اللاتينية تطور كل من البرازيل والأرجنتين برامج فضائية ينتظر أن تصل بها إلى مستوى الإطلاق الذاتي بعد سنوات. وفي أفريقيا لا توجد إلا دولة جنوب أفريقيا التي تملك القاعدة الصناعية والعلمية والطموح لتنفذ برنامجا فضائيا. وفي هذا الصدد يجب أن نذكر أنه لا يوجد في أي من الدول العربية أي مبادرات نحو برامج فضائية مستقلة، مع أن دولة مثل مصر كانت من أوائل الدول في العالم التي أدركت أهمية وضع برنامج فضائي، وكان لها في الستينيات برنامج نشط لتطوير الصواريخ التي هي أساس القاذفات الفضائية.

وتطلق دول عديدة أقمارا صناعية خاصة بها لأغراض الاتصالات والأرصاد والبث التليفزيوني والاستشعار، لكنها تشتري هذه الأقمار وتستأجر لها مكانا وموعدا على إحدى قاذفات الإطلاق التجارية مثل «أريان» الأوروبي أو «لونج مارش» الصيني أو «مكوك الفضاء» الأمريكي، ولا تعتبر هذه الدول دولا لديها برامج فضائية. كما أن لدى عدد من الدول الأوروبية برامج علمية للفضاء في إطار وكالة الفضاء الأوروبية.

# الفصل الأول

# الصين
# قاذفات «المسيرة الطويلة»
# تحمل الصين إلى أغوار الفضاء

تعتبر تجربة الصين في غزو الفضاء بحق تجربة تستحق الدراسة، خاصة من جانب الدول متوسطة القوة، وكذلك من جانب الدول النامية التي تحاول بناء قدراتها الذاتية في عالم يسيطر عليه الكبار. وتنفرد هذه التجربة بخاصية اعتمادها على قدراتها الذاتية في عالم كان المتصور أنه لا يمكن فيه الانفلات من دائرة الاعتماد التكنولوجية على إحدى القوتين اللتين احتكرتا أسرار صناعات الفضاء لفترة طويلة.

وقد احتلت الصين الآن مركزا لا يمكن إنكاره في عالم غزو الفضاء انعكس في قبول سوق الإطلاق التجاري العالمي لقاذفات «لونج مارش» الصينية بديلا معتمدا لمكوك الفضاء الأمريكي والقاذف الأوروبي «أريان»، كما أنها تبذل جهدا كبيرا لإتقان تكنولوجيات استعادة الأقمار الصناعية. ولم تكتف الصين بهذا النجاح الكبير، بل تعمل حاليا في سبيل تحقيق هدفها الأكبر وهو وضع رواد صينيين في الفضاء.

ولتحقيق هذا الهدف فإن قاذفات الإطلاق القادرة على وضع رواد فضاء في مدار حول الأرض هي الآن تحت التطوير في الصين وتجهز مبدئيا لمهام فضائية دون رواد. وفي الوقت نفسه فإن أبحاثا واسعة النطاق في اتجاه مؤازر لإطلاق رواد فضاء تجري على قدم وساق، وظاهر تماما أن الصين تنوي تحقيق

ذلك دون الاعتماد على دول أخرى، كما أن هذا يأتي تتويجا لجهود قوية على مدى أربعة عقود لتطوير هذه الصناعة الإستراتيجية الحاسمة والتي حققت فيها الصين إنجازات باهرة.

وقد برزت الصين كقوة فضائية يعتد بها في الثمانينيات، وبسرعة كبيرة احتلت مكانها كمنافس قوي للولايات المتحدة وأوروبا والاتحاد السوفييتي في مجال إطلاق القاذفات الفضائية لأغراض تجارية. ولم يتم هذا التقدم التكنولوجي المبهر بطبيعة الحال من فراغ، فكما في القول الغربي المشهور «إن من استيقظ ذات يوم ليجد نفسه ناجحا لم يكن نائما بالمرة»، بل كان نتيجة البحث الدؤوب المتصل الذي قام به طائفة من أقدر العلماء في الصين بشكل مستمر ومطرد ولمدة تتجاوز الثلاثين عاما. وبعض هؤلاء العلماء قد تدرب في الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي غير أن أغلبهم قد تلقى تعليمه في داخل الصين ذاتها.

وتتميز تجربة الصين بالاعتماد شبه الكامل على الذات، فبعد الانفصال الأيديولوجي الذي وقع بين الصين والاتحاد السوفييتي في الخمسينيات أدركت الصين أنها لن تتمكن من الاعتماد على شريك المسيرة وأنها يجب أن تعمل بقدرات صينية خالصة لا تخضع للتقلبات السياسية في هذا المجال الإستراتيجي.

## تطور برنامج الفضاء الصيني

الصين هي الدولة الخامسة في الفضاء، وقد حققت هذا الإنجاز بإطلاق قمرها الصناعي الأول على متن قاذف من طراز «لونج مارش» في ٢٤ أبريل ١٩٧٠. وقد ركزت الصين على مجال الفضاء وأعطته أولوية كبيرة دون انقطاع طوال العقود الأربعة الماضية منذ بدأ برنامج الصين الفضائي في عام ١٩٥٦، ولم يتأثر هذا الاهتمام حتى بأحداث كبيرة كالثورة الثقافية في الستينيات.

ومنذ ذلك الحين أنتجت الصين وطورت عدة طرازات من الصواريخ ذات أغـراض مختلفة كما أطلقـت حتى عـام ١٩٩٤ أكثـر من أربعـة وثلاثين قمـرا صناعيا في مهام متنوعة عسكرية ومدنية.

ويعتبر القاذف الصينـي «لونج مارش» أو «شـانج زينج» -المسيرة الطـويلة- والذي يـرمز إليـه بالحرفين CZ بأجيالـه المختلفة العمود الفقري لبرنـامج الفضاء الصيني. ويـرجع إطـلاق أول قاذف إطلاق صينـي، وهو صـاروخ اختبار تحت مداري من طراز لـونج مارش-١ أو CZ-1 إلى نوفمبر عام ١٩٦٠، وقـد طورت الصين منذ ذلك الحين طرازات لونج مـارش ٢ و٣ و٤، وقد أثبتت هذه القاذفات نجاحها الكبير واعتماديتها في سلسلة ناجحة من المهمات.

## تطور القاذف لونج مارش

كان إطلاق القمر الصناعي الصينـي الأول في أبريل ١٩٧٠ بداية النجاح الكبير لبرنامج القـاذف «لونج مارش» والـذي بدأ بالطراز لـونج مارش-١ أو «CZ-1» وهو قاذف ذو ثلاث مراحل تم تطـويره من أحد طرازات الصواريخ الباليستيـة متوسطة المدى. وتعمل المرحلتـان الأولى والثانية من هـذا القاذف بمحركات الوقود السائل بينما تستخدم المرحلة الثالثة الوقود الصلب.

وبعد نجاح القـاذف لونج مارش-١ ومن أجل زيـادة المدى الذي يمكن الوصول إليـه، تم تطوير القاذف لـونج مارش-٢ من صواريـخ طويلة المدى عابرة القارات (ICBM).

والقاذف لونـج مارش-٢ أو CZ-2 عبارة عن قـاذف ذي مرحلتين يعمل بالوقـود السائل، ويستطيع أن يحمل سبعة أضعاف حمولـة سابقه CZ-1 إلى مـدار أرضي منخفــض[١]. وقد تــم تطوير عـدة طرازات من هـذا القاذف لتحسين الأداء، وفي نوفمبر ١٩٧٥ أطلق الطراز المعدل CZ-2C والذي حمل أول قمـر صينـي يمكن استعـادتـه بنجـاح. وأصبحـت هذه المركبـة المتميـزة

باعتماديتها الفـائقة أساس كل برنامـج لونج مارش فيما بعد ذلـك، وقد أمكن لهذا القاذف وضـع قمر صناعي يـزن ٢,٥ طن في مدار قريـب من الأرض في عشر مهام ناجحة متتالية.

أما القـاذف لونج مارش-٣ والـذي بدأ اختباره في ١٩٨٤ فهـو قاذف ذو ثلاث مراحل ويعمل أيضا بالوقود السائل. وقد أمكن لهذا القاذف الذي يزن عند الإطـلاق أكثر من مـائتي طن أن يحمـل خلال أربـع سنوات متتاليـة من ١٩٨٥ ــ ١٩٨٨، أقمارا صنـاعية يـزن الـواحـد منها ١٤٠٠كجـم إلى مـدار جغرافي متزامن مـع الأرض، ومن هذا القاذف فإن هناك طـرازا مطورا يستطيع أن يحمل قمرا يزن طنين ونصف الطن إلى المدار نفسه.

وفي عام ١٩٨٨ تم إطـلاق القاذف CZ-4 من قاعدة إطـلاق جديدة في تايـوان جنوبي غرب بكين (وهي غير دولـة تايوان)، وتستخدم هـذه المركبة في إطلاق أقمار الأرصاد الجوية. ويستطيع هـذا القاذف العملاق أن يضع حمولة قدرها ٢,٥ طن في مدار متزامـن مع حركة الشمس، والقاذف CZ-4 مبنـي على الطراز CZ-2C مع إضافة مرحلة إضافية ذات وقود سائل.

## صناعة الفضاء في الصين

وتشغـل صنـــاعـة الفضـاء في الصين مكـــانـا متميـزا بين الصنــاعـات الإستراتيجية، إذ توظف هذه الصناعة وما يتبعها من مراكز أبحاث وصناعات مغـذية أكثـر من مـائة ألف شخـص، أكثـر من ربعهـم علماء ومهندسـون، ويعمل هؤلاء في أكثر من ثلاثمائة موقع وشركة ومركز أبحاث وجامعة.

ويمكن لهذه الصناعـة تصنيع وإطلاق ومتابعة من ٨ ــ ١٠ أقمار صناعية في العام، وتصل ميزانيتها إلى أكثر من ثلاثة بلايين دولار سنويا[٢]، وهو رقم إنفاق لا يفـوقه إلا القـوتان الكبريـان في مجال الفضاء وهما الـولايات المتحـدة والاتحاد السوفييتـي السابق. ولا يمكن بطبيعـة الحال التفريق في هذه الميـزانية بين المخصص لـلاستخدامـات العسكريـة وذلك الجزء الـذي يمكن اعتبـاره

إنفاقا مدنيا. ولكن هذا التداخل يعتبر، على أي حال، سمة من سمات هذه الصناعة التي لا يمكن النظر إليها باعتبارها صناعة مدنية خالصة.

## قواعد إطلاق القاذفات الفضائية في الصين

ويتم إطلاق قاذفات لونج مارش من ثلاثة مواقع إطلاق منتشرة في أنحاء البلاد هي قاعدة «ذيتشانج» للإطلاق والتي تقع جنوبي البلاد قريبا من الحدود البورمية، وقد استخدمت منذ بدء تشغيلها في عام ١٩٨٤ لإطلاق أقمار الاتصالات الداخلية الخاصة بالصين. وقاعدة «جيكوان» على بعد نحو ألف ميل غربي بكين، وهي أول قاعدة إطلاق تم تشغيلها وهي التي أطلق منها معظم الأقمار حتى الآن، وقاعدة «تايوان» على بعد مائتين وسبعين ميلا جنوب غرب بكين وقد بدأ تشغيلها في سبتمبر ١٩٨٨ وتستخدم أساسا للمهام التي تطلق أقمارا لمدارات متزامنة مع حركة الشمس.

ويتم اختيار الموقع الذي يتم الإطلاق منه طبقا لاعتبارات جغرافية تتعلق بالمدارات المطلوب الوصول إليها. وتمكن مساحة الصين الشاسعة من اختيار المواقع المثلى للإطلاق داخل الحدود الوطنية للبلاد، بينما تضطر فرنسا مثلا إلى الإطلاق من قاعدة غيانا في أمريكا الجنوبية.

وتركز الصين حاليا على توظيف تكنولوجياتها المتقدمة في أغراض تجارية. ومن مزايا نظم الإطلاق الصينية التي تعطيها ميزة تجارية عالية أنه يمكنها إطلاق عدة أقمار في مهمة واحدة كما يمكنها استعادة الأقمار المستعملة. والنجاح في هذه التكنولوجيات الصعبة يدل على المدى المتقدم الذي وصلت إليه صناعة قاذفات الإطلاق في الصين. وللصين في هذا المجال سجل مبهر، ففي عشرالسنوات الماضية استعادت الصين جميع الأقمار العشرة التي أطلقتها.

وقد أطلقت الصين أول أقمارها والمسمى «دنج ـ فانج ـ هونج-١» في أبريل عام ١٩٧٠، وهو عبارة عن كرة صغيرة لا تزال تدور حول الأرض حتى الآن بعد نحو خمس وعشرين سنة مرة كل ساعة ونصف الساعة تقريبا. ومنذ ذلك

الحين أطلقت الصين -حتى ١٩٩٤- أربعة وثلاثين قمرا[٣] نجحت كلها ماعدا اثنين. ونسبة الإطلاق الناجح تفوق ما تحققه الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي السابق رغم الخبرة الأكبر لهاتين الأخيرتين في هذا المجال، وهذا لا يعني بالطبع أن الصين تتفوق على هاتين القوتين في كل مناحي أبحاث وصناعة الفضاء.

## المؤسسات والعلماء العاملون في برنامج الفضاء الصيني

يقوم البرنامج الفضائي الصيني على مجموعة من الهيئات والمؤسسات المتداخلة والتي يقوم كل منها بجزء معين من البرنامج. وتقع كلها تحت إشراف وزارة متخصصة هي «وزارة شؤون الفضاء Ministry of Astronautics». ويتضح الاهتمام الذي تضعه الصين على تسويق برنامجها الفضائي تجاريا في إسناد مهمة التعامل مع العملاء الخارجيين إلى مؤسسة متخصصة هي مؤسسة «حائط الصين العظيم الصناعية CGWIC» وتتولى هذه المؤسسة، تحت إشراف وزارة شؤون الفضاء كل عمليات التعاقد على برامج الإطلاق الأجنبية ومتابعة تنفيذ هذه التعاقدات.

أما الجهة الصناعية التي تتولى النواحي الفنية لبرنامج الإطلاق فهي «المؤسسة الصينية لإطلاق الأقمار China Satellite Launch» و«مكتب شنغهاي للفضاء SHBOA».

ويرجع النجاح والاعتمادية التي تتميز بها صناعة الفضاء الصينية إلى مجموعة متميزة من علماء الصين تحت قيادة العالم الصيني الكبير: «جيان زوي-تسن»، وقد تلقى هذا العالم الكبير تعليمه -ككثير غيره من علماء الصين- في معهدي التكنولوجيا الشهيرين MIT بولاية ماساشوتس ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا CALTEC، وعمل لفترة بهذين المعهدين. وقد اعتمدت الصين على عدد كبير من علمائها الذين تعلموا في الخارج والذين استدعتهم الصين حين اتخذت القرار الإستراتيجي بالدخول في هذه الصناعة معتمدة على قدرات أبنائها.

## نجاح الصين في مجال الإطلاق التجاري

حرصت الصين منذ قررت تقديم خدمات الإطلاق إلى السوق التجارية على ربط اسمها بالاعتمادية الكاملة Reliability. وتأخذ قضية الاعتمادية أهمية كبيرة في مجال الإطلاق التجاري بالنظر إلى التكلفة الباهظة التي تتمثل في ثمن الحمولة والجهد والتكلفة المنفقة في الإعداد لعملية الإطلاق ذاتها وإعداد التجارب التي سيتم إجراؤها في الفضاء وغير ذلك، وتتعدى هذه التكلفة في كثير من الأحيان المائة مليون دولار. وتتضح التكلفة الباهظة للفشل تجاريا وإعلاميا عندما ننظر إلى الضربة الشديدة التي أصابت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» ومعها برنامج الفضاء الأمريكي بعد كارثة مكوك الفضاء الأمريكي «تشالينجر» وبعد التجربة المحرجة التي فقدت فيها «ناسا» قمرا صناعيا قيمته مائة مليون دولار.

لذلك لم تغامر الصين بتقديم خدماتها لإطلاق الأقمار الصناعية تجاريا وعالميا باستخدام القاذف لونج مارش إلا بعد أن تأكدت من قدرتها على استعادة الأقمار الصناعية دون خطأ. وفي الوقت نفسه قدمت الصين هذه الخدمات في السوق العالمية بمزايا وأسعار منافسة ومتضمنة شروطا للمشاركة ونقل التكنولوجيا تعتبر مفضلة من وجهة نظر الدول النامية والتي ترغب في المشاركة التكنولوجية وتعتبرها عائدا غير مباشر لاستثماراتها في هذا المجال.

وقد خدمت الظروف الصين خدمة كبيرة إذ حدثت كارثة احتراق مكوك الفضاء الأمريكي في يناير ١٩٨٦ والتي أدت إلى توقف طويل في برنامج الفضاء الأمريكي. وفي الوقت نفسه تقريبا كان برنامج القاذف الأوروبي «أريان» يعاني من مشاكل أوقفت تقديم خدماته في سوق الفضاء التجارية مؤقتا. وفي وقت واحد بدا أن المنافسين الرئيسيين التجاريين للصين وهما الولايات المتحدة وأوروبا قد أصبحا مؤقتا خارج المنافسة بعد خسارة بلايين الدولارات، ولم يكن الاتحاد السوفييتي السابق قد قدم خدماته التجارية في السوق العالمية بعد وهو الأمر الذي لم ينجح حتى الآن في تحقيقه في أرض الواقع التجاري في صورة عقود واتفاقات.

كـان أول عميل للصين هـو فرنسـا التـي أرادت إجراء تجربتين مـن تجارب الجاذبية الضعيفة في قمر صناعي صينـي في أغسطس عام ١٩٨٧ ، وتم ذلك رغـم المنافسـة الحادة بين قـاذفـات أريان الأوروبيـة وقـاذفـات لونـج مـارش الصينيـة. وفي أغسطس ١٩٨٨ حمل قـاذف من طـراز لونـج مارش-٢ قمـرا صناعيا كـان يحمل تجربة مهمة لإحـدى شركات الأدوية الألمانية بـالإضافة إلى بعـض التجارب الأكـاديميـة الصينية للعلـوم. وفي ديسمبر مـن العام نفسـه أطلقت الصين قمرهـا الثاني والمخصص للأرصـاد الجوية في مدار متزامـن مع الأرض، وبذلـك لم ينته عـام ١٩٨٨ إلا وقد أصبحـت الصين منافسـا ثابـت الأقدام في عالم الإطلاق التجاري لمركبات الفضاء.

واستطـاعـت الصين أن تستثمر هـذا النجـاح العلمـي والتكنولـوجيـا في التسويق لخدماتها الفضائيـة عالميا فوقعت مع الولايات المتحـدة اتفاقية تسمح للشركات الأمـريكية بـاستخدام القـاذف من طـراز لونـج مارش لـوضع أقمار صناعية أمـريكية أو حمولات أخرى في مداراتها. غير أن الولايـات المتحدة وقد أدركت إمكـان تأثير هـذه الاتفاقيـة في صناعتهـا الفضائيـة، عادت فقصرت الاتفاقية على عدد محدد من الإطلاقات كل عام.

ويحضر قـادة الصين بأنفسهـم عمليات الإطـلاق المهمة كما يـدعى إليهـا مسـؤولون وخبراء مـن الـولايـات المتحدة وفـرنسـا وألمانيـا. وقد حضر بعـض عمليات الإطلاق الأخيرة خبراء من عملاء محتملين من الدول المتقدمة والنامية ذات الطموح الفضـائي مثل الباكستان وإيـران وأستراليا والبرازيل كجـزء من حملة الصين لتسويـق صناعة الإطلاق عندهـا، ويسمح لهؤلاء الخبراء بحضور جميع مراحل عمليات الإطلاق والمتابعة للأقمار الصناعية.

## مستقبل صناعة الفضاء في الصين

بالنظر إلى موارد الصين وإمكاناتها الفنية والبشريـة فإنه من السهل توقع أن الصين تهدف إلى أن تكون قـوة كبرى في الفضاء. وحتى الآن فـإن الصين هي

الدولة الوحيدة بخلاف الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي السابق، التي بنت محركا يقوم على استخدام الأكسجين والهيدروجين السائلين، وهي تكنولوجيا متقدمة وتعتبر حاسمة في مجال سباق قاذفات الإطلاق، وتملك القاذفات الصينية بعض المميزات التصميمية مثل القدرة على إعادة الإشعال في القاذف CZ-3 والتي لا يشاركها فيها إلا الولايات المتحدة.

وتهدف الصين إلى إحكام سيطرتها على تكنولوجيا الفضاء في العقود القادمة، ويتوقع المراقبون في العقد القادم قاذفا من طراز لونج مارش قادرا على رفع حمل يزن سبعة أطنان إلى القمر وعلى الوصول إلى المريخ، كما ينتظر أن يشهد هذا العقد صعود رواد فضاء صينيين. وتفكر الصين بالفعل في بناء محطة فضاء دائمة يخدمها مكوك فضاء، وتجرى الآن دراسات الجدوى لهذه المحطة وتدعو الخطط الموضوعة إلى بدء التنفيذ في أواخر التسعينيات أو بدايات القرن القادم.

وتنعكس اهتمامات الصين بالفضاء على المجالات العسكرية بطبيعة الحال، فقد طورت الصين وأنتجت خلال سنوات برنامجها الفضائي صواريخ خاصة بها متوسطة المدى وبعيدة المدى وعابرة للقارات، كما أنتجت أنواعا كثيرة من الصواريخ التكتيكية. ومن الصعب الفصل، في دولة مثل الصين، بين التطبيقات والاستخدامات العسكرية والمدنية، فالواقع أن هذه التكنولوجيات متكاملة كما أن انتقال التكنولوجيا عبر المجالين سهل جدا، وربما يكون من الأدق إعطاء المجالين معا صفة الصناعات الإستراتيجية.

## مجالات أخرى لأبحاث الفضاء في الصين

وتجني الصين فوائد عديدة علمية واقتصادية وعسكرية وثقافية من برنامجها الفضائي الطموح، ففي دولة شاسعة المساحة مثل الصين يؤدي الاستشعار عن بعد خدمات كبيرة في التنبؤ بالمحاصيل والسيطرة على الغابات والتصحر والتحكم في الموارد المائية إلى غير ذلك. كما أمكن عن طريق أقمار الاتصال رفع

مستوى الاتصالات التليفونية بين مقاطعات الصين البعيدة وزيادة رقعة الإرسال التليفزيوني والذي يؤدي في الصين مهمة سياسية وثقافية لا يستهان بها .

وتولي الصين لمجالات تطبيقات علوم الفضاء اهتماما كبيرا عن طريق عدة معاهد ومراكز متخصصة . ومن هذه المعاهد معهد أبحاث التكنولوجيا الإلكترونية، وهو معهد مختص بمتابعة أقمار الاتصالات وتطوير وتصنيع الأجزاء المتصلة بهذه المهام . ولأسبابها الإستراتيجية فإن الصين ترغب في الاعتماد على مصادرها الذاتية في هذه الصناعات الحاكمة . ومن ناحية أخرى فبسبب المنافسة الدولية فإنها ترغب في الوصول إلى اعتمادية في أجهزة القياس والتحكم والاتصال توازي ما وصلت إليه الولايات المتحدة واليابان في هذه الصناعات .

وهناك معهد آخر يلعب دورا أساسيا في تطوير التكنولوجيات المساندة لصناعة الفضاء وهو معهد الهندسة الطبية الفضائية في بكين، وهو المعهد الرئيسي لتطوير تكنولوجيا الفضاء المأهولSpace -manned flight . وقد أنشئ في عام ١٩٦٨ وتشمل مجالات أبحاثه نظم التداخل بين الإنسان والآلة، وأبحاث التلاؤم مع الفضاء، وتأثيرات التسارع، كما تشمل القياسات الحيوية وتكنولوجيات البقاء والمحاكاة الأرضية وكلها تكنولوجيات لا غنى عنها لبرنامج فضاء متكامل . وينوي المعهد في إطار الخطة الصينية إرسال رائد فضاء بالتعاون مع الولايات المتحدة عن طريق المكوك الفضائي الأمريكي .

وعلى وجه العموم فإن المؤشرات كلها تشير إلى أن عملاقا جديدا في عالم الفضاء قد بدأ يخطو خطواته الهائلة الأولى ليحتل مكانه إلى جانب القوتين العظميين، وعندما نتذكر المفاجأة التي أصابت العالم عندما التقط الإشارات غير المتوقعة التي كان يطلقها القمر الصناعي سبوتنيك في ١٩٥٦ وهو يدور حول الأرض، لا يملك الإنسان إلا أن يشعر أن التاريخ سوف يعيد نفسه وأنه رغم كل توقعات المراقبين فإن رسالة غير متوقعة سوف تصل إلى العالم من مكان ما في الفضاء الخارجي وأن هذه الرسالة سوف تشير إلى تقدم غير مسبوق إلا أن هذه الرسالة سوف تنطق بالصينية .

# الفصل الثاني

# اليابان
# قوة اقتصادية كبرى
# تقتحم مجال الفضاء

منذ انتهاء الحرب البـاردة وصراعاتها الساخنة أحيانا، يـدور صراع من نوع آخر لا يكاد يشعـر به الإنسان العادي في غمـرة انشغاله بمشاكلـه على سطح الأرض. ذلك أن هذا الصراع بالذات لا تـدور معاركه على سطح الأرض وإنما في أعماق الفضـاء السحيقـة، ويجري الاستعـداد لجولاته الحاسمـة في مـراكـز الأبحاث وداخل معامل التطوير، ذلك هو الصراع على امتلاك وتطوير أجهزة إطلاق الأجسام الفضائية إلى مداراتها المرصودة.

إن أجهزة ومـركبات الإطلاق تمثل المفتـاح الحقيقي لغزو الفضـاء، والذي يمتلـك تلك المركبـات يملـك القـدرة على أن يضع الأقمار التـي يصنعهـا في مداراتها المختارة ليمارس منهـا سيطرته على الفضاء وعلى البث الـذي يبعثه منه إلى سطح الأرض، كما يملك السبق في إرسال سفـن الفضاء إلى كواكب وعوالم جديـدة بما يعنيه ذلك مـن السيطرة على الموارد الاقتصاديـة والإستراتيجية لهذه العـوالم، ويشبه هـذا الموقـف إلى حد بعيـد الموقف زمـن الكشـوف الجغرافيـة الكبرى، حيث يستطيع مـن يمتلك السفن والأساطيـل أن يسبق إلى اكتشاف واستغلال موارد العوالم الجديدة.

ومركبة الإطلاق شيء منفصل تماما عن الحمـولة التي تحملها والتي قد تكون قمرا صنـاعيا للاتصالات أو الاستطـلاع أو سفينة فضاء تسبح لتكتشـف أغوار

الكون، ورغم الارتباط الواضح بين المجالين فإن التقدم في صناعة الإلكترونيات والأقمار الصناعية لا يعني بالضرورة توافر إمكانية الإطلاق المستقلة إلى الفضاء الخارجي، فإن تلك الأخيرة تتطلب قاعدة صناعية وتكنولوجية أوسع كما تتطلب موارد اقتصادية أضخم يتم توجيهها لتطوير العناصر المختلفة من مركبات الفضاء، وتصمم مركبات الإطلاق ليمكنها حمل أنواع وأحجام مختلفة من الحمولات، كما تصمم لتكون متعددة الاستخدامات في إطلاقات متوالية أو على الأقل الأجزاء الرئيسية منها تخفيضا للنفقات.

وحتى الآن لا يوجد إلا عدد محدود من الدول يملك القدرة على صناعة وتطوير مركبات الإطلاق. وهناك بعض الدول التي تحاول الولوج من الباب قبل أن تغلقه الفجوة التقنية المتزايدة بين من يعلم ومن لا يعلم، وفجوة الموارد الاقتصادية الهائلة التي يلزم توجيهها لمثل هذه الصناعات الإستراتيجية بالغة التعقيد، فهذه الصناعة تتطلب كقاعدة أساسية لها صناعة صواريخ متقدمة وقاعدة فنية وتكنولوجية عريضة في مجالات الدفع والتوجيه والتحكم والاتصالات والإلكترونيات والحاسبات وغيرها.

## موقف اليابان من الصناعات الفضائية

وتشعر اليابان، العملاق الاقتصادي، بضآلة نصيبها من هذه الصناعة الإستراتيجية والذي لا يتناسب مع قوتها الاقتصادية الهائلة. ويبدو أن اليابان قد عقدت العزم على تغيير هذا الوضع في السنوات المقبلة وبشكل حاسم، فقد بدأت اليابان أخيرا تسارع في خطوات برنامجها الطموح للدخول في هذا النادي المغلق، وينبئ التصميم الذي تبديه اليابان على المضي قدما فيه بأنه لن تمضي سنوات عشر حتى تجد الدول المتقدمة في هذا الميدان في اليابان منافسا لا يمكن الاستهانة به.

بدأ البرنامج الفضائي الياباني في عام ١٩٦٦، ففي ذلك العام اقترح «المجلس الياباني القومي لأنشطة الفضاء» برنامجا طويل المدى لتطوير

وإطلاق الأقمار الصناعية لأغراض علمية ولاختبار التطبيقات المختلفة لاستخدامات الفضاء، وبدأت المحاولات بصاروخ اختباري صغير يسمى LS-4، وفي ١١ فبراير ١٩٧٠ أمكن وضع أول قمر صناعي ياباني في الفضاء وهو القمر المسمى «أوسومي» وهو قمر صغير يزن ٥٢ كيلو جراما ويحمل أجهزة قياس حرارية وجاذبية بسيطة.

وأصبحت اليابان بذلك رابع دولة في الفضاء (بعد روسيا والولايات المتحدة وفرنسا) تحقق إطلاقا لأقمار صناعية بقدرات ذاتية.

وتنقسم برامج الفضاء في اليابان إلى نوعين: برامج لتطوير تقنيات الفضاء وتتبع لوكالة الفضاء اليابانية «ناسدا»، وبرامج علمية يقوم بتنفيذها معهد الفضائيات ISAS وهو معهد علمي تابع لجامعة طوكيو.

ويتم معظم النشاط الفضائي في اليابان تحت إشراف «وكالة الفضاء اليابانية- ناسدا» التي أنشئت عام ١٩٦٩ ويخصها الجزء الأكبر من ميزانية اليابان في الفضاء والتي بلغت في عام ١٩٩٤ نحو ١,٨ بليون دولار.

## برنامج تطوير قاذفات الإطلاق في اليابان

بدأت اليابان برنامجها لقاذفات الإطلاق بتطوير قاذف أمريكي هو الصاروخ ثور- دلتا لتنتج القاذف الخاص بها والذي سمي N-1. وقد بنيت المرحلتان الأولى والثالثة من الصاروخ ثور-دلتا في اليابان بتصريح من الشركة المنتجة، بينما طورت اليابان المرحلة الثانية محليا، وتم أول إطلاق في ١٩٧٥. ويستطيع القاذف N-1 ذي ثلاث المراحل أن يحمل قمرا وزنه ١٣٥ كيلوجراما إلى المدار الثابت الجغرافي.

وقد أنتجت اليابان طرازا مطورا من هذا القاذف هو الصاروخ N-2 والذي يستطيع أن يضع حمولة قدرها ٣٥٠ كيلوجراما في مدار الثبات الجغرافي، واستمر استخدام هذا القاذف في الفترة من ١٩٨١ ـ ١٩٨٧.

ثم انتقلت اليابان ـ بعد اكتساب الخبرة الصناعية من خلال برامج المشاركة في تصنيع القاذف N-1 وN-2 ـ إلى تحقيق طموحها الإستراتيجي، فوضعت برنامجا لتطوير قدراتها الذاتية على تصنيع مركبات وقواذف الإطلاق إلى الفضاء الخارجي، وأطلقت عليه اسما يوحي بما تعلقه عليه من أهمية هو (Hope) أو «الأمل»، وهو برنامج ذو مراحل متعددة بدأ بتصنيع قاذفة الإطلاق H-1 والتي تم إطلاق سبعة منها بنجاح، ويجري الآن العمل في تطوير المركبة H-II والتي تمثل المرحلة الثانية من هذا البرنامج.

وتتكون قاذفات الإطلاق من طراز H-1، من صاروخ ذي وقود سائل يقوم بمهمة الدفع فيه محرك من طراز LE-5، وهو محرك صاروخي ياباني الهوية والمنشأ يستخدم الأكسجين والهيدروجين السائلين كوقود، . ويمكن إعادة إشعال هذا المحرك خلال الطيران وهي ميزة تستخدم في المهام ذات الارتفاعات المنخفضة والمتوسطة والتي لا تزود عادة بمرحلة ثالثة، وقد تم إطلاق الصاروخ الأول من سلسلة H-1 في أغسطس ١٩٨٦ واستخدم في وضع قمرين يابانيين في مدار على ارتفاع ١٥٠٠ كيلو متر.

ويعتمد برنامج Hope في مرحلته الثانية على تطوير محرك ياباني الصنع والمنشأ هو المحرك الصاروخي LE-7 والذي يمثل العمود الفقري لجهود اليابان في تطوير قدرات الإطلاق الذاتية لها بطريقة مستقلة، وهو محرك صاروخي يعمل بالوقود السائل وينحدر من سلالة المحرك LE-5 غير أنه يفوقه كثيرا في مستوى التقنيات المستخدمة كما يتفوق عليه بمراحل في قوة الدفع التي يعطيها والتي تبلغ ٨٦ طنا عند سطح البحر و١١٠ أطنان في الفضاء.

وتعتبر قاذفة الإطلاق H-II والمصممة لتحمل قمرا صناعيا يابانيا يزن ٢ , ٢ طن إلى مداره، أول قاذفة إطلاق يتم تطويرها بالكامل داخل اليابان. وقد عمدت اليابان خلال كل مراحل تطوير محركاتها الصاروخية LE-5 وLE-7 إلى التزام البساطة بقدر الإمكان فقللت أجزاء المحرك إلى الحد الأدنى لتقليل

الأعطال المحتملـة. وتنوي اليـابان تصنيـع ١٣ أو ١٤ محركا مـن طراز LE-7 لبرنامجهـا الفضائي. غير أن عددا مـن الصعوبـات الفنية التي ظهـرت خلال مراحل تطوير المحرك أدت إلى تأخير التنفيذ عن البرنامج المقرر.

ولرفع أقمار أثقل مـن التي تحملها H-II حتى الآن والتـي لا تتجاوز ٢,٢ طن فإن اليـابان تخطط لهذه المركبة أن تشمـل ستة صواريخ صلبـة يشعل منها أربعة عند الإقلاع واثنان في مرحلـة متأخرة. غير أن هذا التفكير لا يزال حتى الآن على لـوحات الـرسم وفي نماذج الكمبيـوتر بينما تنشغـل معامـل التطويـر وسـاحات الإطلاق بالمشاكل التقنية للبرنامج الجاري تنفيذه.

## الشركات الصناعية اليابانية تشارك في برنامج الفضاء

وللدخول في هذا المجال الجديد بالنسبة لليابان فإن عددا كبيرا من كبريات الشركات اليابـانية وضع خبراته في جهـد متضافر لتحقيق الأهـداف الطموحة لبرنـامـج Hope، فعلى سبيل المثـال تعمل شركـة NEC على تطـوير أجهـزة التوجيه للمركبة H-II، بينما تكتب برامج الكمبيوتر الخاصة بالتوجيه والتحكم في شركـة ميتسوبيشي للفضـاء، أما محركـات الـوقود الصلـب فتصنعها شركـة «نيسان موتورز» المعروفة في مجال السيارات.

ورغم أن اليابان تدرك بطبيعة الحال أنه بحمولة صافية مقدارها ٢طن فقط فإن مركبات الإطـلاق من طراز H-11 ليست أفضل وسيلـة لنقل الأجسام إلى الفضاء الخارجـي، فإن الأبحـاث والتطوير في هـذا الاتجاه جاريـان على قدم وساق، ذلك أن اليابان وإن كانت لا تنظر إلى الاستفادة قصيرة الأجل من هذا البرنامج ذي الأهداف المحدودة بالنسبـة لما تم تحقيقه في مجال غزو الفضاء من دول أخرى سبقتهـا بسنوات عديـدة غير أنه يمثل تذكـرة الدخول لليـابان إلى صناعة مركبات الإطلاق والتي تود اليابان أن يكون لها فيها نصيب في المستقبل يعادل قوتها الاقتصادية العملاقة.

كما أن الاتجاهات العالمية تشير إلى أنه مع زيادة تكاليف غزو الفضاء على موارد أي دولة على حدة ولو كانت دولة عظمى، ومع انتهاء تنافس العملاقين، فإنه من المتوقع أن ينشأ جهد عالمي مشترك في مجال الفضاء. ولا شك في أن اليابان لا تريد أن تكون بمعزل عن هذا الجهد المشترك عندما تتهيأ الظروف الدولية للبدء فيه، لذلك فإنها تهدف إلى أن تصل ببرنامجها الفضائي إلى مرحلة النضج مع بداية القرن المقبل أو في أقل من عشر سنوات.

وعلى كل الأحوال يبدو أن البرنامج قد بدأ يحقق بعض النتائج الإيجابية ذات الطابع التجاري، فقد تردد أن شركتي «ماكدونل دوجلاس» و«إيروجيت» ترغبان في استخدام تقنية LE-7 لبرامج عدة خاصة بهما، وإذا تم هذا فسوف يكون نصرا معنويا كبيرا لبرنامج لا يزال يخطو خطواته الأولى.

## تطبيقات الفضاء في اليابان

تطلق اليابان، سواء بقدراتها الذاتية أو عن طريق قاذفات مؤجرة، أقمارا في جميع مجالات الفضاء، غير أنها تركز بحكم ظروفها الجغرافية واحتياجاتها على بعض المجالات أكثر من غيرها.

فبحكم امتداد الجزر اليابانية وتعرضها للأنواء والأعاصير بصفة مستمرة تركز اليابان على أقمار الاتصالات والأرصاد الجوية والأقمار المخصصة للأغراض البحرية كما طورت «ناسدا» أقمارا للبث التليفزيوني وأخرى للاستشعار عن بعد.

وقد حرصت اليابان على الاشتراك في برامج الفضاء العالمية، فبدأت في تأهيل رواد فضاء يابانيين للاشتراك في رحلات مكوك الفضاء الأمريكي، غير أن حادثة انفجار مكوك الفضاء تشالينجر أدت إلى تأخير هذه المشاركة. وكان أول ياباني يصعد إلى الفضاء هو صحفي على متن مكوك الفضاء الروسي سويوز إلى محطة الفضاء «مير» في عام ١٩٩٠.

وسوف تشارك اليابـان بوحدة للتجارب العلمية في محطة الفضـاء الدولية، وهذه الوحدة على شكل اسطوانة مكيفـة طولها عشرة أمتار وقطرها أربعة أمتار وتحتوي مجموعة كبيرة من التجارب العلمية والأجهزة التي يمكن تغييرها لإجراء تجارب مختلفة. كما تنوي اليـابان تطوير مكوك فضاء خـاص بها وإن كان هذا المشروع لا يزال في طور الدراسة والإعداد.

وبالتـوازي مع برامج تطـوير تقنيات الإطـلاق والبرامج الفضائية العـالمية تنفذ اليابان بـرنامجا نشطا للأقمار العلمية في الفضاء، وكـان من هذه السلسلة القمر الصناعي الأول والقاذف SL-4 الذي دخلت به اليابان عصر الفضاء. و يتم إطلاق هذه الأقمار الصغيرة بوساطة صواريخ ذات وقود صلب مخصصة لهذا الغرض، ويطلـق من هذه السلسلـة قمر كل عـامين تقريبا. وينفـذ هذا البرنامج سواء مـن حيث تمويله وإطلاقه وتطوير الأقمار الصنـاعية والقاذفات الخاصة به بشكل مستقل عن وكالة الفضاء اليابانية «ناسدا».

وتقـوم هذه الأقمار بـدراسـة طبقات الجو المحيطـة بـالأرض والأحزمـة المغناطيسية والفيزياء الشمسية وغير ذلـك في الفضاء القريب من الأرض. ومن أبرز الجهود اليـابانية الفضائية إطلاقها قمـرين صناعيين في أغسطس ١٩٨٥ لقياس شدة الرياح الشمسية في ذيـل مذنب هالي الذي اقترب من الأرض في أبريل ١٩٨٦.

## هوامش ومراجع الباب الثامن

(١) المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit (LEO) هو أقرب مدار للأرض يتيح للقمر الصناعي الـدوران دون إعاقـة الغلاف الجوي، ويكـون عادة على ارتفـاع ٢٠٠ ـ ٢٥٠ كيلـومترا فقط مـن سطح الأرض.

(٢) من هذا المبلغ يصل إنفاق الصين على برامج الفضاء السلمية إلى ١,٣٥ بليون دولار.

(٣) Janes Aerospace Directory, 1994-1995.

# الباب التاسع

# البرامج الفضائية المحدودة
# الهند وإسرائيل

# الفصل الأول

# الدول النامية وعصر الفضاء
# دروس من تجربة الهند

تعد تجربة الهند في استخدام الفضاء ذات أهمية خاصة بالنسبة لنا في العالم العربي، ذلك أن الهند تدخل قطعا في نطاق العالم المصطلح على تسميته بالعالم النامي والذي يندرج في نطاقه عالمنا العربي كله بشقيه الفقير والغني، ومع ذلك استطاعت هذه الدولة الفقيرة ـ النامية أن تنجز برنامجا فضائيا مرموقا في إنجازاته التقنية والعلمية وفريدا في الوقت نفسه في توجهاته وأهدافه.

## تطوير برنامج الإطلاق الهندي

الهند هي الدولة السابعة في ترتيب الوصول إلى المدار، وقد تمكنت من تحقيق هذا السبق في يوليو ١٩٨٠، أي بعد نحو عشر سنوات بعد اليابان والصين وبريطانيا حيث وصلت جميعها إلى الفضاء في ١٩٧٠، ١٩٧١. ولم يأت هذا الإنجاز سهلا أو سريعا، بل كان -كأي إنجاز حقيقي آخر- نتيجة إصرار وعمل دؤوب بدأ في عام ١٩٦٣، وهو الوقت نفسه الذي بدأت فيه مصر برنامجا طموحا لإنشاء صناعة طيران وصواريخ عربية، وهو البرنامج الذي أجهض بعد هزيمة ١٩٦٧ وكنتيجة لها.

ويهدف البرنامج الهندي إلى إقامة صناعة فضائية مستقلة تركز على أقمار الاتصال والبث والاستشعار والأرصاد الجوية. وتركز الصناعة الهندية تماما على الاعتماد على القدرات الذاتية في ظروف ليست مواتية تماما من حيث الأجواء السياسية والتي تمنع من الاستفادة من التقنيات التي تم تطويرها في دول

أخرى. وتشبه تجربة الهند في ذلك تجربة الصين والتي سبق التعرض لها في الفصل السابق، غير أن حجم صناعة الفضاء في الهند أصغر كثيرا (نحو ١٠٪ مقدرا بحجم الإنفاق) وليس لها في الوقت الحالي تطلعات تجارية.

وقد بدأ البرنامج الهندي يأخذ خطا واضحا في عام ١٩٦٩ بإنشاء «هيئة أبحاث الفضاء الهندية Indian Space Research Organization-ISRO».
وقد بدأت الهيئة بوضع برنامج لتطوير قدرة الإطلاق الذاتية وهي العماد الرئيسي لأي صناعة فضاء مستقلة، كما أنها العنصر ذو التكلفة المالية والصعوبة التقنية الأكبر في تلك الصناعة. ويعتمد برنامج الإطلاق الهندي على تطوير أربعة أجيال متعاقبة من قاذفات الإطلاق، يبنى كل جيل منها على نجاح الجيل السابق. وبدأ البرنامج الهندي في ١٩٧٣ بإطلاق ناجح لصاروخ اختبار تحت ـ مداري Suborbital Sounding Rocket وصل إلى ارتفاع ٢٠٧ كيلومترات ومهد الطريق لنجاح التقنية الهندية في تصنيع القاذفات الفضائية.

واستمر برنامج تطوير القاذف المبني على هذا الصاروخ حتى عام ١٩٧٩ عندما تم إطلاق القاذف الهندي ذي الوقود الصلب Satellite Launch Vehicle والمجهز لحمل قمر من طراز «روهيني» يزن نحو خمسة وثلاثين كيلوجراما. وبعد فشل الإطلاق الأول بسقوط الصاروخ في المحيط الهندي نتيجة تعطل أجهزة التوجيه والتحكم، جاء الإطلاق الناجح في ١٨ يوليو ١٩٨٠ والذي سجل دخول الهند دائرة الدول الفضائية.

وكان الجيل الثاني هو القاذف ASLV وهو قاذف مطور من الطراز السابق الذي أمكن زيادة قدرته بإضافة صواريخ داعمة إلى القاذف الأصلي، وأمكن بذلك حمل قمر يزن ١٥٠ كيلوجراما إلى مدار على ارتفاع ٤٠٠ كيلو متر. وبعد فشل تجربتين لإطلاق هذا القاذف أمكن إطلاقه بنجاح في ١٩٩٢.

ويهدف الجيل الثالث من القاذفات الهندية والمسمى Polar Satellite Launching Vehicle PSLV إلى إطلاق قمر صناعي يزن طنا واحدا إلى

مدار قطبي يبعد ٨٢٠ كيلومترا لأغراض المسح الفضائي والاستشعار، وهو قاذف ذو أربع مراحل ويستخدم ستة صواريخ داعمة booster rockets تضاف إلى القاذف الأصلي، كما يستخدم محركات ذات وقود سائل للمرحلتين الثانية والرابعة. وقد نجح هذا القاذف في الوصول إلى المدار في تجربته الثانية في ١٥ أكتوبر ١٩٩٤ بعد فشل التجربة الأولى في سبتمبر عام ١٩٩٣.

وتدخل الهند بهذا القاذف سوق قاذفات الإطلاق التجارية، حيث تتوقع أن يكون سعر الإطلاق في حدود خمسة وعشرين مليون دولار لإطلاق حمولة تزن ١٠٠٠ كيلو جرام إلى مدار على ارتفاع ٩٠٠ كيلومتر. وإذا نجحت الهند في ذلك فسوف تتمكن من استعادة جزء من إنفاقها على صناعة الفضاء. غير أن النجاح في هذا المضمار ليس أمرا سهلا حيث يتطلب الإطلاق التجاري بناء قدر كبير من الثقة في نجاح الإطلاق عبر عدد من الإطلاقات المتتالية الناجحة نظرا للاستثمار الكبير الذي تضعه الدولة المستخدمة في الحمولة من النواحي الفنية والمالية ومن الناحية السياسية أيضا.

ويستطيع القاذف القطبي الهندي PSLV كذلك حمل ٤٥٠ كيلوجراما إلى المدار المتزامن مع حركة الأرض (المدار الثابت جغرافيا) والذي يبعد نحو ٣٦ ألف كيلو متر من سطح الأرض، غير أن هذه الحمولة لا تكفي لأغراض الاتصالات، ولذلك تطور الهند الجيل الرابع من قاذفاتها والمسمى Geostationary Satellite Launching Vehicle- GSLV بهدف حمل قمر يزن ٢,٥ طن إلى ذلك المدار، ويتوقع أن يتم أول إطلاق لهذا القاذف في عام ١٩٩٧.

ويتميز الجيل الرابع من القاذفات الهندية باستخدام تقنية محركات الوقود السائل فائقة التبريد، وهي تقنية متقدمة ولا تملكها إلا دول قليلة ذات باع في مجال الفضاء هي روسيا والولايات المتحدة وأوروبا واليابان. وقد عقدت الهند مع روسيا اتفاقية لنقل هذه التقنية لاستخدامها في المرحلتين الأخيرتين من هذا القاذف، إلا أن ضغط الولايات المتحدة تحت اتفاقية «منع انتشار تقنية

الصواريـخ»[٢] دفع روسيا إلى إلغاء الاتفاق مـع الهند، ورغم أن الهند أعلنت أنها فقدت عـامين من برنـامج تطـوير الجيل الـرابع من قـاذفاتها فـإنها بدأت بتطوير تقنياتها الخاصـة لتصنيع المحركات فائقة التبريـد. ويتوقع الآن أن تتم أول تجربة إطلاق للقاذف GSLV في عام ١٩٩٧.

وباستقراء التجـربة الهندية فـإن هناك عدة دروس يمكن استخـلاصها في مجال تطوير وتصنيع القاذفات والمركبات الفضائية. ويمكن أن يفيد استيعاب هذه الدروس في ترشيد أي برنامج فضائي قد نقرر -نحن العرب- أن نقوم به، وهو أمر لابد منه إن أردنا ألا نستبعد مـن التقنيات الحاكمة في الربع الأول من القرن القادم على الأقل.

الـدرس الأول: البدء بـاستخدام تقنيـات بسيطة وقـريبة، وتطـوير هـذه التقنيات بـدلا من اتخاذ الطـريق الأسهل والـذي لم يوصـل أحدا إلى شيء على الإطـلاق، وهـو استيراد التقنيـات الجاهزة التـي تـورد إلى بعـض الـدول دون مفاتيحها والتـي تبقى في أيدي من صنعوهـا ولن يعطوها لأحـد. وتم هذا في حالـة الهند باستخدام تقنيـة الصواريخ الصلبـة وهي متاحة وأسهـل كثيرا من تقنية الصـواريخ ذات الـوقود السائل، وسنـرى أن الولايـات المتحدة فـرضت حظرا على تقنيات الصواريخ السائلة لمنع دولة مثل الهند من الوصول إليها.

الـدرس الثاني: التصميـم والمثـابرة ومتـابعة الهدف، فـالهنـد التي بـدأت بـالتفكير في بـرنامجهـا الفضـائي في عـام ١٩٦٣ نجحت في إطـلاق القـاذف المصمم والمنتـج بقدرات هنديـة خالصة بعد تسعـة وثلاثين عامـا، وهي فترة تكفي لجعـل أي من مشـاريعنا العـربية يفقـد رؤيته الأولى ودعـم حكومـاته ويدخل في متاهات النسيان.

وفي الوقـت نفسه فإنـه ليست هناك طرق قصيرة للـوصول إلى هدف بنـاء قدرة ذاتية في مجال الفضاء، فالهند التي فقدت مركبة الإطلاق القطبية في سبتمبر ١٩٩٣ عادت بعد عـام واحد لتقوم بإطلاقهـا الناجح لنوع المركبـة نفسه، وفي هذه الحال يكون هذا النوع من الفشل المبدئي ثمنا ضروريا للنجاح في النهاية.

## أهداف وسياسات برنامج الفضاء الهندي

في عام ١٩٧٢ وبعد ثلاثة أعوام من إنشاء هيئة بحوث الفضاء الهندية، وضع هيكل صناعة الفضاء في الهند فأنشئت وزارة للفضاء تضم كل الأنشطة المتعلقة ببرنامج الفضاء الهندي، ثم أنشئت «اللجنة العليا للفضاء» لوضع السياسات والإستراتيجيات لدخول الهند مجال الفضاء، وجعلت «هيئة بحوث الفضاء» هي الذراع العلمية والتقنية لتنفيذ تلك السياسات والإستراتيجيات.

وبلورت الهند أهدافها في الفضاء وهي: تطبيق تقنيات الفضاء في مجالات الاتصال والرصد الجوي وإدارة الموارد (الاستشعار عن بعد)، بالإضافة إلى إنشاء وتطوير القدرة التقنية الهندية لتصنيع القاذفات والأقمار الصناعية.

ووضعت خطة للاستفادة من تقنيات الفضاء بما يتناسب مع طبيعة وظروف الهند، واتضحت الطبيعة الشعبية للبرنامج الهندي بعدد من المشروعات والتجارب الرائدة التي جرت في منتصف وأواخر السبعينيات في البث التليفزيوني والاتصال والاستشعار، وتم ذلك على محورين، أحدهما يستخدم أقمارا غير هندية متاحة في برامج دولية أو باتفاقيات ثنائية، والآخر يعتمد على الأقمار الهندية الصنع.

وفي ١٩٧٥ ـ ١٩٧٦ تمت في الهند تجربة رائدة لاستخدام الأقمار الصناعية في برامج ذات بعد اجتماعي، فباستخدام القمر الأمريكي ATS-6 تم إرسال سلسلة من البرامج الصحية والزراعية والبرامج المعنية بتنظيم الأسرة إلى نحو ٢٥٠٠ قرية هندية. وقد بدأت التجربة في أغسطس ١٩٧٥ بعدد ٢٣٣٠ قرية موزعة على ست ولايات هندية، وقد وجهت إليها البرامج بأربع لغات مختلفة، وكانت مدة البث أربع ساعات موزعة على فترتين: صباحية لتلاميذ المدارس مدتها ساعة ونصف الساعة وأخرى مسائية للريفيين البالغين ومدتها ساعتان ونصف الساعة[٣].

وكـان هذا البـث جزءا مـن «تجربة التليفـزيـون التعليمي بـالأقمار الصناعيـة Satellite Instructional Television Experiment SITE والتـي تعتبر حتـى الآن واحدة من أهم تجارب استخدام تقنيات الفضاء للأغراض الاجتماعية.

وقد تـم التركيز في التجربـة على برامج التكـامل الـوطني، وتوسيـع نطاق التعليم ورفع مستواه، والصحة والتغذية وتنظيم الأسرة وتحديث الزراعة وخلق الوعي العلمـي والإسهام في خلق حياة أفضل بـالمناطق الريفية بصفـة عامة. وكانت برامج الكبار التي تذاع مسـاء تركز على وحدة الهند الكامنة وراء التنوع الثقافي لسكـانها، والبرامج التنمـوية كتلـك الخاصة بتطـوير الـزراعة وتـربية الماشية وتنظيـم السكان ووضـع المرأة وتعليم البنـات[٤] إلى غير ذلـك مـن المشاكل والقضايا السائدة في بلد متشابك التكوين مثل الهند.

وقـد اتجهت الهنـد بعد ذلـك إلى استخدام الأقمار الصنـاعية في التحـذير مـن الكوارث مثل الفيضانـات والسيول من خلال برنامـج عرف باسم «مشروع تجارب الاتصـالات الفضـائيـة» Satellite Telecommunications Experiments Project STEP وذلك باستخدام القمر الفرنسي ـ الألماني «سيمفوني».

وهذا هو الدرس الثالث من تجربـة الهند وهو تعميق الاستفادة من تقنيات الفضاء بما يخدم المجتمع ويؤثر فيه. فهاهي الهند الدولة التي تضم مقاطعات مـن أفقر الأمـاكن على ظهـر الأرض تستخدم أعلى التقنيـات وأكثرهـا تقدمـا لتحقيق الرخاء والتنمية للشعب، الأمر الذي يكفـل المشاركة الكاملة والدعم الشعبي لهذه البرامج ويكفل لها الاستمرار.

غير أن البعد الأهم بـالنسبة للهند كان استخدام هذه المشروعـات لتطوير برنامجها الفضـائي خاصة في مجال محطات الاستقبال الأرضية التـي يحتاج إليها بكثافة مثل هذه المشروعات، وكذلك تطوير الأقمار الصناعية. وقد بنت الهند صنـاعـة واسعة على استخـدامـاتها لـلأقمار الصناعيـة في مجالات الحاسبـات والتحكم والاتصالات وصناعات الإلكترونيات وغيرها.

وهذا هو الدرس الرابع الذي يمكن استخلاصه من تجربة الهند، وهو أن صناعة الفضاء صناعة قائدة لعدد كبير من الصناعات المتصلة بها، وأنه يمكن استغلال مشروع بناء صناعة فضاء عربية بهدف محدد وهو إطلاق قمر مصنع عربيا بعد عدد محدود من السنوات، وهو مشروع يمكن أن يجمع حوله تأييدا شعبيا وسياسيا واسعا لدفع حركة التنمية والصناعة في عدد كبير من الصناعات المتصلة به والمغذية له.

وفي أبريل ١٩٧٥ أطلقت الهند أول أقمارها الصناعية المسمى «أريابهاتا»، على اسم أحد الرياضيين الهنود القدماء، على متن قاذف سوفييتي من طراز «إنتركوزموس» واتبعته في يونيو ١٩٧٩ ونوفمبر ١٩٨١ بقمرين للاستشعار عن بعد.

## القمر الهندي «إنسات INSAT»

رغم أهمية هذه التجارب فإن إسهامها الأكبر كان في إرساء الأساس للبرنامج الضخم INSAT الذي يمثل محور صناعة الفضاء الهندية، وفي الوقت نفسه يعد واحدا من أكثر المشروعات العلمية والتقنية نجاحا في تاريخ الهند.

والقمر الصناعي «إنسات» هو قمر اتصالات متعدد الأغراض علق على المدار الثابت جغرافيا. وقد أطلق من الجيل الأول منه أربعة أقمار سميت Insat1 ورمز لها بحروف A-D. ورغم فشل القمرين الأول والثالث من هذه الأقمار فإن القمر الثاني الذي أطلق على متن القاذف الأوروبي «أريان» والقمر الرابع الذي حمله القاذف الأمريكي دلتا والذي لا يزال يعمل (١٩٩٥) قدما خدمات كبيرة لبرامج استخدام الفضاء في الهند شملت مجالي الاتصال والإرسال التليفزيوني لآلاف المواقع النائية، بالإضافة إلى نظام متكامل للإنذار من الكوارث الطبيعية. ويوجد حاليا ٣٥ ألف موقع في الهند بكل منها هوائي استقبال بقطر يتراوح بين ٣ ـــ ٦,٣ متر لاستقبال البرامج التعليمية والتربوية والاجتماعية من قنوات البث المباشر بهذه الأقمار. ويعتبر القمر الصناعي

«إنسات» مسؤولا عن بث الإرسال التليفزيوني إلى مايقرب من ٩٠٪ من مساحة الهند وهي نسبة كان من المتعذر تماما الوصول إليها أو إلى قريب منها بالمحطات الأرضية .

وهناك تطبيقات عديدة لقمر الاتصال الهندي «إنسات» مثل إذاعة الأخبار واتصالات الحاسبات والاتصالات الخاصة بالأعمال والفاكس والهاتف وغير ذلك ، إلا أن الاتساع الجغرافي للمنطقة التي يغطيها القمر أدى إلى إمكان استخدامه في تطبيقات مثل اتصالات الإغاثة .

ولأنه القمر الوحيد فوق المحيط الهندي الذي يمتلك قدرات الرصد الجوي فقد أصبح حيويا لشبكة الرصد الجوي العالمية وللتنبؤات الإقليمية أيضا ، ويمكن للقمر أن يعطي صورا عالية الدقة للسحب والتكوينات الجوية فوق المنطقة كل نصف ساعة .

وهناك استخدام آخر وهو ربط القمر بأكثر من ١٠٠ محطة استقبال غير مأهولة للإنذار من الكوارث الطبيعية موزعة على طول الساحل الشرقي للهند والمعرض للأعاصير المدمرة .

وفي مايو من عام ١٩٩٠ استخدم النظام لإنذار وإخلاء أكثر من ١٧٠ ألف نسمة وبذلك أمكن إنقاذهم قبل أن يداهمهم إعصار مدمر كان متجها إلى المنطقة ، معطيا بذلك مثلا ناطقا على الفوائد المباشرة التي يمكن جنيها من استخدام تقنيات الأقمار الصناعية . ويمكننا أن نورد هنا الملاحظة التالية : إن استخدام التقنيات المتقدمة في حد ذاته لا يفيد ما لم تكن الأجهزة الإدارية والفنية المعاونة مستعدة لاستقبال والاستفادة من هذه التقنيات ، حيث كان يمكن أن يكون هذا الإنذار المبكر متاحا بأكثر أجهزة الإنذار تقدما ولا تتم الاستفادة منه نتيجة لتجاهل أو إهمال أو عدم تدريب واستعداد الأجهزة المعاونة .

ومن أعمال الإنقاذ الأخرى التي يساهم فيها القمر الصناعي «إنسات» أعمال البحث والإنقاذ في المحيط الهندي وهو جزء من شبكة دولية لأعمال الإنقاذ في المحيطات .

## أقمار الاستشعار

هناك أسطول مـن الأقمار الهندية مخصص للمســح الفضائي والاستشعار، وهو سلسلـة الأقمار Indian Remote Sensing IRS . وتؤدي هـذه الأقمار مهام عدة متشعبـة تشمل تقدير مساحـات المحاصيل والغلة، والتحـذير من الجفاف، والتحكـم في الفيضانات واستصـلاح الأراضي وإدارة الموارد المائية. وتستخـدم هذه الأقمار أيضـا في إدارة والتحكم في الموارد البحـرية والتخطيـط العمراني والتنقيب عن المعادن وإدارة الغابات.

وفي الوقت الحالي يوجـد قمران للاستشعار هما IRS 1-A. IRS 1-B وقـد أطلقا على متـن القاذفـات الروسية فـوستوك في ١٩٨٨، ١٩٩١، وتبلـغ دقة أجهزة المسح فيها ٣٦,٢٥ متر وبعرض لشريـط المسح ١٤٥كم، وتعاود هذه الأقمار المسح للمـواقع نفسها كـل اثنين وعشرين يـوما، ومن المنتظـر إطلاق قمرين آخرين من المجموعة نفسها في عامي ١٩٩٥ و١٩٩٧ .

وتحتل الزراعة الأولوية الأولى في استخدام البيانات المستخرجة من الأقمار، حيث يعتمد على الزراعة أكثر من ثلاثة أرباع السكان في الهند.

ويستخدم المســح الفضائي حـاليا بشكل روتينـي لتقدير مسـاحة وحـالة المحاصيل الحيـوية مثل القمح والأرز والقطن والشاي والتبـغ. ويمكن التنبؤ بالمحاصيل بدقة تصل إلى ٩٠٪، في حالة المحاصيل ذات المساحة الشاسعة. وتصـدر السلطات المختصـة نشرات كل أسبـوعين للتنبـؤ بحالـة المحاصيـل والتنبيه إلى الآفات والمخاطر المحتملة.

وخلاصة القول هنا أن الهند تنفذ برنـامجا فضائيا متكاملا يجمع بين تطوير تقنيات الفضـاء وقدرات الإطـلاق الذاتيـة واستخدام تطبيقـات الفضاء على نطاق واسع لصـالح المجتمع، ووضعت بنجـاح في هذين المساريـن نموذجا يحتذى لجميع دول العالم النامي.

# الفصل الثاني

# التحدي الإسرائيلي في الفضاء

يحتل البرنـامج الفضـائي الإسرائيلي موقعـا خاصـا في اهتمام العالم العـربي باعتبار أن التحديات التي يفرضها على العرب قد تفوق بكثير القدر الذي يناله هذا البرنامج إذا قيس فقط بحجمه بالنسبة للبرامج العالمية الأخرى.

وقد وضعت إسرائيـل عينها على الفضاء منذ سنوات عديـدة لعدة أهداف عسكرية وسياسية وإستراتيجية. فإسرائيل تدرك أنها لن تستطيع أن تعتمد إلى الأبد على مظلـة الحماية الأمـريكية، وأنه وإن كـانت هذه المظلـة تبدو متـاحة بشكل كامـل لإسرائيل في المستقبل المنظور فـإن المسألة بالنسبـة لإسرائيل تعد قضية تمس صميـم الأمن القومـي للدولة لا يمكـن تركها للتغيرات السيـاسية والدولية التي لا يمكن التنبؤ بها.

من ناحية أخـرى تدرك إسرائيل أنها إن كانت تريـد استمرار الاستفادة من مظلة الحمايـة هذه فإنها لابـد أن تقدم للولايات المتحـدة فوائد ملموسـة يمكن استخدامها في الدفـاع عن موقف إسرائيل داخل الـولايات المتحدة إذا ظهرت بوادر تغير في السيـاسة الأمـريكية تجاه إسرائيل، ومـن هنا سعـت إسرائيل إلى وضع برنامج ذي أهداف أربعة:

١- أن تقنع الولايـات المتحدة والعالم بأنها وإن كانت هـي الدولة الصغيرة إلا أنها تملك من التقنيات والعلوم ما يجعلها شريكا لا يستغنى عنه بسهولة.

٢- أن تدخل مع الولايات المتحدة في مشاركـة من أجل تطوير بعض البرامج الفضائية والطيرانية، مما يتيح لها الحصـول على كثير من أسرار هذه الصناعة والتي لا يمكن الحصول عليها بقدراتها الذاتية إلا بإنفاق تطويري وبحثي باهظ.

٣- أن تطور على مـدى متوسـط قدرتها الفضائيـة المستقلة، بما تعنيـه من قدرات عسكرية، وبالتالي يمكن أن تتطلـع إلى استقلالها عن الولايات المتحدة في زمن قـريب نسبيـا وبغض النظر عـن القدرات العسكريـة الهجوميـة، فإن إسرائيل تدرك أن الولايات المتحدة قد لا تستمـر إلى الأبد في إتاحة بيانات أقمار الاستطلاع العسكريـة لها، ولذلك تهدف إسرائيل في مدى قريـب إلى الوصول لإمكان تطوير وإطلاق أقمار استطلاع خاصة بها.

٤- أن تحقق السيـادة التقنية في الفضاء في منطقـة الشرق الأوسط وبـالتالي تكون المستفيـدة الأولى من الفـرص التجاريـة التي تظهـر في هذا المجـال عند استقرار السلام في المنطقة.

وقد أصبحت إسرائيل الدولة الفضائية الثامنة في ١٩ سبتمبر ١٩٨٨ عندما تمكنت مـن إطلاق قمـرها الصناعـي الأول بقدرات إطـلاق ذاتية، وهـو قمر صغير طـور بهدف اكتسـاب خبرة صنـاعيـة في مجال الفضـاء وإعطـاء دفعـة لبرنامج الفضاء والطيران الإسرائيلي.

## ملامح البرنامج الفضائي الإسرائيلي

يعتبر البرنامج الإسرائيلي صغيرا بمقاييس برامج الفضاء الأخرى، وهو بالتأكيد أصغر البرامـج السبعة في الفضـاء، إلا أن مغزاه يكمـن أكثر في امتـلاك القدرات التقنية التـي تمكنها مـن الإسراع في تطويـر برامـج أخرى إذا احتـاج الأمر. كما أن دخولها نادي الدول الممتلكة لقدرات فضـائية مهما كانت صغيرة يتيح لها الاستفادة من تبـادل المعلومـات والتقنيات مـع هذه الـدول وهذا مـا لا يتاح للـدول الأخرى خارج هذا النادي إلا بترتيبات معقدة أو لا يتاح أصلا.

ويعتمـد البرنـامـج الإسرائيلي في الفضـــاء على دعـامتين: تصنيـع الأقمار الصناعية وتطـوير قاذفات الإطـلاق. وتعتبر إسرائيل متقدمة بـدرجة كبيرة في صناعـة الإلكترونيات التـي هي عماد صنـاعة الأقمار الصنـاعية، وفي الـوقت نفسه تنفذ برنامجا نشطا لتطوير وسائل الإطلاق.

ويزن القمر الإسرائيلي الأول، والمسمى «أفق -١» ١٥٥ كيلوجراما، وقد تم إطلاقه إلى مدار قريب من الأرض، وهو قمر تجريبي يهدف أساسا إلى إظهار قدرة إسرائيل على الإطلاق الفضائي واكتساب خبرة في مجال الإطلاق الفضائي والاتصال والتحكم. وأطلق القمر الثاني أفق-٢ في الثاني من أبريل ١٩٩٠ وبالوزن نفسه وقد حمل بعض أجهزة التجارب العلمية والاتصال.

وفي ٥ أبريل ١٩٩٥ أطلقت إسرائيل القمر أفق-٣ والذي يزن ٢٢٥ كيلوجراما ويحمل أجهزة استطلاع وتصوير في كل من مجالي الطيف وفوق البنفسجي. وقد أطلق القمر إلى مدار أرضي قريب بارتفاع أدنى ٣٦٨ كيلومترا وأقصى ٧٢٩ كيلومترا. وتصل دقة تصوير القمر الإسرائيلي والذي صنعته هيئة صناعات الطيران الإسرائيلي Israeli Aircraft Industries IAI إلى بضعة أمتار وهي دقة غير عالية بالمقاييس العسكرية وإن كانت تكفي لبيان التضاريس والمعالم الكبيرة. على أن إسرائيل تعتبر أن القمر هو خطوة أولى في طريق تطوير صناعاتها الفضائية والتي تحاول بها أن تحتل مكانا بين دول نادي الفضاء الكبرى وتقتطع لنفسها جزءا من كعكة خدمات الفضاء التجارية العالمية والتي تقدر بمئات المليارات من الدولارات.

ولإطلاق أقمارها الصناعية قامت إسرائيل بتطوير قاذف فضائي سمي «شافيت» يعد عماد البرنامج الفضائي الإسرائيلي حيث استخدم في إطلاق القمرين الصناعيين السابقين، وهو قاذف ذو ثلاث مراحل تعمل كلها بالوقود الصلب، وقد بني على أساس الصاروخ الإسرائيلي متوسط المدى «أريحا-٢». ولا تملك إسرائيل في الوقت الحالي محركات صاروخية تعمل بالوقود السائل وهي تقنية متقدمة توصلت إليها جميع الدول الفضائية الأخرى.

وفي ١٦ مايو ١٩٩٦ أطلقت إسرائيل قمرا للاتصالات والبث يسمى «عاموس»، إلا أن عملية إطلاق هذا القمر إلى مدار جغرافي ثابت على ارتفاع ٣٦ ألف كيلومتر تخرج تماما عن قدرة القاذف «شافيت»، ولذلك تم الإطلاق بوساطة صاروخ «أريان».

## تطور البرنامج الفضائي الإسرائيلي

بدأت إسرائيل نشاطها الفضائي بداية متواضعة في ١٩٥٩ ثم ركزت هذا النشاط في أعقاب حرب ١٩٦٧ حيث خصصت ميزانية صغيرة لغرض تطوير قمر صناعي إسرائيلي للاستطلاع. وتلقى البرنامج الإسرائيلي العلمي للفضاء دفعة قوية في عام ١٩٧٤ حين عهد برئاسته للجنرال حاييم بارليف، وكان انعقاد المؤتمر السنوي للمنظمة الدولية لعلوم الفضاء إيذانا باعتراف العالم بالتقدم الإسرائيلي في هذا المجال[٥].

وأعلنت إسرائيل في عام ١٩٨٣ إنشاء وكالة الفضاء الإسرائيلية «إيسا ISA» كهيئة تابعة لوزارة البحث العلمي لتنسيق أنشطة البحث العلمي في الفضاء، وعهد برئاستها إلى العالم الإسرائيلي «يوفال نويمان Yuval Ne'eman». ومنذ ذلك الحين ولد برنامج القمر الصناعي «أفق» والذي اتخذ كوسيلة لبناء قدرات إسرائيل في مختلف مجالات الفضاء، وتوج بإطلاق قمرين من الجيل الأول في ١٩٨٨ و١٩٩٠ وقمر أفق-٣ من الجيل الثاني في ١٩٩٥ وتكلف هذا البرنامج نحو ١٥٠ مليون دولار.

وبدأت الوكالة نشاطا مكثفا حيث تم على الفور إنشاء لجان عدة متخصصة ذات مهام محددة كان من بينها لجنة الملاحة الفضائية ولجنة البنى التحتية ولجنة التطبيقات المساعدة. ويتكون مجلس إدارة الوكالة من ٢٣ عضوا من كبار المهندسين والعلماء وممثلي الوزارات المختلفة، كما تم إشراك عدد من الجامعات ومراكز البحوث في نشاط الوكالة، وتم توثيق روابطها بالوكالات المتخصصة للدول المتقدمة فضائيا مثل وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، ووكالة الفضاء الأوروبية ESA ، والمركز القومي الفرنسي لأبحاث الفضاء، ومركز أبحاث الفضاء بألمانيا، وأخيرا مع اليابان، ووكالة الفضاء الروسية والتي تم توقيع اتفاق معها في ١٩٩١[٦].

ومن أهم المراكز التي يجري فيها تطوير تقنيات الفضاء في إسرائيل معهد «آشر» لبحوث الفضاء التابع لمعهد تخنيون التقني Technion Institute of Technology وهو أشهر جامعة تكنولوجية في إسرائيل ومن أبرز الجامعات التقنية عالميا. وتم إنشاء معهد بحوث الفضاء في عام ١٩٨٦ لتزويد الصناعة الإسرائيلية بالخبرات العلمية والهندسية في مجالات علوم الفضاء المختلفة والتي تشمل علوم ميكانيكا الفضاء ونظم الدفع للمركبات الفضائية وقاذفات الإطلاق وعلوم التحكم والتوجيه والمواد وتصميم الهياكل الفضائية. ويضم المعهد ٢٥ أستاذا وعضو هيئة تدريس و٢٨ مهندسا وباحثا متخصصا تم اختيارهم من مختلف قطاعات الصناعة والجامعات بالإضافة إلى أعداد أخرى من الفنيين والمساعدين[٧].

وربما تتيح هذه المعلومة بالذات فرصة مقارنة بين إمكانات إسرائيل وإمكانات الدول العربية خاصة مصر في مجال الفضاء، فمن حيث العلماء المتخصصين لا يعاني العرب من نقص فيهم في مختلف مجالات صناعة الفضاء، فيوجد في جامعة القاهرة قسم هندسة الطيران والفضاء التابع لكلية الهندسة والذي يضم عددا من الأساتذة والعلماء في التخصصات السابق ذكرها، وهم لا يقلون عن نظرائهم في العالم إذا ما أتيحت لهم الإمكانات والمعامل والاحتكاك الدولي المستمر. كما أن هناك عددا من العلماء والمهندسين الذين يعملون في شركات ومراكز أبحاث في الدول الفضائية المتقدمة وخاصة الولايات المتحدة وكندا. لكن يبقى أن وجود العلماء والخبراء لا يكفي وحده، بل لابد من وجود المشروع القومي الذي يجمع هؤلاء العلماء ويكفل لهم الإمكانات والدعم المادي والمعنوي ويوجههم نحو هدف قومي محدد تتبناه الدولة وتكفل له الاستمرار والنجاح.

على أن إسرائيل لم تكتف بعلمائها المقيمين في إسرائيل، بل تعقد برامج وثيقة للتعاون مع العلماء اليهود والصهاينة المقيمين في دول أخرى. وفي هذا الصدد استطاعت إسرائيل أن تستفيد من انهيار الاتحاد السوفييتي وخروج أعداد كبيرة من علماء الفضاء بحثا عن العمل واستوعبت أعدادا ضخمة من هؤلاء العلماء تقدر بالآلاف منهم عدد كبير من علماء الفضاء الذين انتقلوا إلى إسرائيل بالهجرة، وتم على الفور ضمهم واستيعابهم في برنامج الفضاء الإسرائيلي.

## إسرائيل وحرب المعلومات

ظهر من التطبيق العملي لتقنيات الفضاء المتعددة أن صراع الفضاء إنما يدور في الحقيقة حول المعلومات، وهي المعلومات التي تنتج عن المسح الفضائي أو ما اصطلح على تسميته بالاستشعار عن بعد. فهذه التقنية الخطيرة تنتج أكداسا من المعلومات حول كل جوانب الثروة الطبيعية المعدنية منها والمائية والنباتية والبحرية.

وهذه المعلومات يحكمها قانون دولي يتيحها دون حدود لمن يستطيع الحصول عليها، فالفضاء مفتوح نظريا للجميع، ولا تقيده الحدود السياسية والجغرافية على الأرض. ولكن الواقع أنه مغلق تماما إلا على من يملكون تقنيات الأقمار الصناعية: صنعها و إطلاقها وتزويدها بالقدرة على الرصد واستقبال المعلومات منها وتحليل هذه المعلومات والاستفادة منها. حلقات متكاملة من التقنية تتيح نوعا جديدا من السيطرة لا يحتاج إلى جيوش، لكن فعاليته أقوى من الجيوش الجرارة. ومن ذا الذي يحتاج إلى جيش ليحتل أرضا يعرف، عن طريق أقماره، أنها لا تحتوي ثروة تهمه؟ ومن الذي يمنعه من التركيز على منطقة يعرف هو، دون غيره، أهميتها الإستراتيجية؟

ولعل هذا -في نهاية الأمر- هو ما دفع دولا مثل الصين والهند -وعلى وجه الخصوص إسرائيل- إلى الحرص على إطلاق أقمار الاستطلاع الخاصة بها رغم التكاليف الباهظة ورغم أن المعلومات متاحة في السوق المفتوحة.

إن إسرائيل بالذات بصدد رسم سياسة جديدة للهيمنة الإستراتيجية والاقتصادية في منطقة الشرق الأوسط، ولهذا الهدف فهي لا تستطيع الاكتفاء بمعلومات من الدرجة الثانية تمدها بها أمريكا أو تشتريها من دول أخرى ولا تسيطر هي بنفسها على عملية معالجتها. وإستراتيجية إسرائيل لا تكتفي بدول الجوار ولا تكتفي باستطلاع التحركات العسكرية، بل تريد أن تدخل المفاوضات التي من المتوقع أن تجرى في مرحلة تالية على المياه والبترول وأنابيب البترول وقنوات توصيل البترول من موقع القوة، وهو موقع المالك للمعلومات

التي تعـد سلاح القرن الـواحد والعشريـن بينما تظن أطراف أخـرى أنها تملك الأرض والواقع أن الأرض تسحب من تحت أقدامها.

ليست القضية إذن أن إسرائيل تخشى أن تقطع عنها الولايات المتحدة مدد المعلومـات الاستطلاعية العسكـرية، فهذا أمر نعلـم جميعا أنه ليـس في نطاق الاحتمالات القريبـة، ولكن الحقيقـة أن إسرائيل تـريد معلـومات لا تستطيـع أمريكا نفسها أن تمدها بها، معلومات لا تهم إلا إسرائيل نفسها بصفتها داخل المنطقة وتتوقف على أولوياتها التي تعرفهـا هي فقط والتي تتغير باستمرار طبقا للمعلومات التي تحصل عليها ذاتها.

ومن هنا كان حرص إسرائيل الشديد على امتلاك تقنيات الإطلاق وتقنيات الاستطلاع وقـد قطعت فيهما شـوطا يسمح لها -إن احتـاج الأمر- بـأن تقطع الحبل السري الذي يربطها بأمريكا.

وفي ضوء هذا فقط يمكن فهم برنـامج إسرائيل الفضائي، ويبقى أن تعلق الدول العربية على المعلومات الاهتمام نفسه الذي تعلقه عليها الدول المتقدمة، وعند ذلك يمكن أن ندخل في مفـاوضات لا نخرج منها بحبات من الخرز في مقابل استغلال الثـروات الوطنية، وهي المقايضة نفسهـا التي تمت في بدايات عصر الاستعمار العسكري عنـدما كـانت هنـاك مسافـة الفجوات نفسهـا بين الذين يعرفون والذين لا يريدون أن يعرفوا.

وإجمالا فإن برنامج إسرائيل الفضائي، على صغره، يفتح لها آفاقا للسيطرة على مقـدرات المنطقـة وهي قـدرات لا ينبغـي مطلقـا أن تظل دون مـواجهـة ببرنامج مماثل، وذلك في الوقت الـذي يخلو فيه العالم العربي تماما من أي بادرة على وضع تصور لبرنامج عربي فضائي أو صناعـة فضائية عربية مستقلة. هذا مع أن الإمكانات العلمية والتقنية لمثل هذا البرنـامج متاحة في العالم العربي لو توافـرت الإرادة السياسيـة والدعم الـواعي طويـل النفس، وإن كـان يبدو في الوقت الحاضر أن هذا أمر عسير.

في عـام ١٩٨٦ وقعت إسرائيـل اتفـاقـا مع الـولايـات المتحـدة الأمريكيـة للمشاركة في «مبادرة الدفاع الإستراتيجي» المعروفة باسم «حرب النجوم» للقيام بتجارب عـن الصواريخ المضـادة للصواريـخ ، وقطعت شوطـاكبيرا . وفي عام ١٩٩٠ وبعد العدوان العـراقي على الكويت أسرعت إلى طلـب نشر بطاريات من صـواريخ «باتريـوت» الأمريكية فوق أراضيهـا ، إثر تساقط ٩٦ صـاروخا عراقيا فوق مستوطناتها .

وفي ١٦ أبريل ١٩٩٥ توجت إسرائيل جهودهـا بإطلاق قمر الاستطـلاع أفق ـ ٣ وأصبح لديها منظومة استطلاع متكاملة ، حتى لا تتعرض لمفاجأة مثل التي حققها الجيش المصري بعبور قناة السويس في أكتوبر ١٩٧٣ .

وفي ١٦ مايو ١٩٩٦ ، حققت إسرائيل حلما قديما كانت تناور بتأجيله منذ عـام ١٩٨٤ بـإطـلاق أول قمـر لها لـلاتصـالات «عـامـوس ـ ١» بصـاروخ «أريان» . ويحمل القمر أربع قنوات مجيبـة ، ويغطي منطقة الشرق العربي ببث تليفزيوني مباشر عبر هوائيات طبقية ذات قطر ٨٠ سنتيمترا .

## هوامش ومراجع الباب التاسع

(١) انظر الترتيب الزمني للدخول في عصر الفضاء ، جدول (٦ ـ ٣) .

(٢) وقعت هذه الاتفاقية في أواخر الثمانينيات وتقضي بتعاون الدول الموقعة لمنع انتشار تقنيات صناعة الصواريخ بهدف منع وقـوع هذه التقنية في أيدي دول غير مرغوب في امتلاكهـا لها ، عادة من وجهة نظر الدول الغربية وخاصة الولايات المتحدة .

(٣) حمدي قنديل : أقمار الاتصالات ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ـ ١٩٨٥ .

(٤) المرجع السابق .

(٥) دراسة للدكتور محمد عبدالهادي ، مجلة المصور القاهرية ، ٢١ أبريل ١٩٩٥ .

(٦) المرجع السابق .

(٧) Janes Aerospace Directory, 1994-1995 .

# الباب العاشر

# الاستخدامات السلمية للأقمار الصناعية

نظرا لوجود القمر الصناعي في مدار أرضي، فإن كل التطبيقات المتصلة به تطبيقات أرضية، فالقمر الصناعي في هذه الحال ليس أكثر (أو أقل) من منصة عالية في الفضاء تدور حول الأرض بسرعة معينة، ويحدد المدار الذي يدور فيه القمر ارتفاع القمر بطبيعة الحال كما يحدد سرعة دورانه (انظر الباب الأول). ويمكن عندئذ استخدام هذه المنصة في الرصد والاستطلاع أو استخدامها برجا للاتصالات التليفزيونية، أو حتى استخدامها منصة لإطلاق أسلحة فضائية من نوع أشعة الليزر التي كانت تعمل لتطويرها مبادرة الدفاع الاستراتيجية المعروفة بحرب النجوم.

ورغم أن الدوافع الرئيسية خلف إنجازات الفضاء تكون عادة عسكرية وسياسية، فإن التقنيات ذاتها التي تستخدمها في الأغراض العسكرية لاستطلاع ورصد التحركات العسكرية، أو لتعرف طبيعة أرض ميادين القتال وللاتصال بالوحدات العسكرية هي بعينها التي تستخدم لدراسة تعمير هذه الأرض وتحسين الاتصالات المدنية مما جعل حركة التكنولوجيا بين الاستنباط لأغراض عسكرية والتطبيق في أغراض مدنية أمرا طبيعيا وسهلا. وكانت هذه على كل حال سمة رئيسية من سمات عصر الفضاء وهي سرعة انتقال من المعامل العسكرية إلى الاستخدام المدني. وظهر هذا أكثر ما ظهر - على سبيل المثال - في تقنيات الاتصال والبث التليفزيوني وفي تقنية المواد المركبة التي شاع استخدامها في السيارات والطائرات وهي عبارة عن لدائن مصنعة بديلة للمعادن وتتميز بقوة تعادل وتزيد أحيانا على قوة المعادن المماثلة لها في الوزن مع تمتعها بخصائص إضافية تتوقف على التطبيق الذي تستخدم فيه.

ويمكن تقسيم الوظائف التي يقوم بها القمر الصناعي إلى ثلاث وظائف أساسية هي الرصد والاتصال والبث، وجميعها -كما نرى- عبارة عن استقبال وإرسال معلومات سواء على الشيوع أو إلى مستقبل معين، ومن هنا يمكن أن

ندرك الصلة الوثيقة بين ثورة الاتصال وثورة المعلومات وبين هاتين الثورتين والتقدم الهائل الذي حدث في علوم الفضاء.

وتتصل معظم الاستخدامات السلمية الرئيسية للأقمار الصناعية بهذه الوظائف الثلاث، بينما يتصل باقي الاستخدامات بوجود القمر الصناعي أو المركبة الفضائية في الفضاء تحت ظروف الجاذبية الضعيفة أو بالوصول إلى كوكب معين.

ويمكن تصنيف الاستخدامات على النحو التالي:

**أ- الرصد:**

١- الأرصاد الجوية

٢- الاستشعار من بعد (المسح الضوئي والحراري).

**ب- الاتصال:**

٣- الاتصالات.

٤- الملاحة.

٥- الإغاثة.

**ج: البث:**

٦- البث التليفزيوني والإذاعي.

**د- وظائف أخرى:**

٧- استكشاف الكون.

٨- بحوث الجاذبية الضعيفة.

وسوف نتناول في الأبواب التالية البرامج الفضائية المتعلقة بكل تطبيق من هذه التطبيقات وكيفية استخدام الفضاء والأقمار الصناعية لخدمة هذا الهدف.

## البدايات الأولى للاستخدام السلمي للفضاء

بدأ الاستخدام السلمي للفضاء مع بداية عصر الفضاء نفسه، فمنذ أطلقت الأقمار الصناعية الأولى خصص بعضها لأغراض الأرصاد الجوية والتي كانت أول استخدام غير عسكري لهذه التقنية الجديدة. وكان أول قمر صناعي غربي من هذا النوع هو القمر الصناعي الأمريكي المستكشف-٧ (Explorer-7) في عام ١٩٥٩ وكان يحمل أول تجربة لقياس التغيرات في الجو، وتبع ذلك سلسلة أقمار تايروس TIROS (Television and Infrared Observation Satellite) للرصد بالأشعة الحرارية (تحت الحمراء)[١]. وأطلق من هذه المجموعة عشرة أقمار بين عامي ١٩٦٠ و١٩٦٣، ومن هذه الأقمار تم إرسال أول صور للتكوينات السحابية عن طريق القمر تايروس-٨.

ومن ناحية أخرى أطلق الاتحاد السوفييتي قمرين للأرصاد الجوية هما كوزموس-١٤٤ وكوزموس-١٥٦ واللذان يشكلان معا أساس نظام الأرصاد الجوية المسمى «متيور» لاحتوائهما على أجهزة تصوير بالأشعة تحت الحمراء.

ومنذ عام١٩٧٩ وضعت أقمار خاصة بالأرصاد الجوية في المدار الثابت الجغرافي. وتتابع إطلاق هذه الأقمار من دول مختلفة هي الولايات المتحدة وروسيا وأوروبا واليابان والهند، وترتبط كلها بشبكة أرصاد جوية عالمية متكاملة، وسيأتي الحديث عن هذا الموضوع في الباب التالي الخاص بالأرصاد الجوية.

واستغلت الأقمار الصناعية مبكرا في الاتصالات. وكان أول قمر استغل في هذا الغرض هو القمر الصناعي الأمريكي «سكور» الذي أطلق في ١٨ ديسمبر ١٩٥٨ وحقق نقل رسالة مسجلة بصوت الرئيس الراحل أيزنهاور بمناسبة عيد الميلاد. ثم أعقبه إطلاق بعض أقمار اتصالات سلبية تتكون من بالونات ضخمة مكسوة بطلاء معدني لتنعكس عليها الموجات اللاسلكية. ولكن كان إطلاق القمر «كوريير» بمنزلة أول تطبيق لاختزان المعلومات التي

ترسل إليه على أشرطة تسجيل داخله ثم إعادة إذاعتها فوق مناطق أخرى. إلا أن استخدام الأقمار الصناعية في نقل برامج التليفزيون جاء في عام ١٩٦٢ عندما أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» القمر «تلستار». لكن هذه الأقمار الأولى لم تكن أقمارا ثابتة وإنما كانت أقمارا سريعة تدور في مدار منخفض[٢]، ولذلك لم تكن تبقى فوق منطقة معينة أكثر من بضع دقائق. وكان أول قمر علق على المدار الثابث استخدم تجاريا لأغراض الاتصال هو القمر الأمريكي «الطائر المبكر Early Bird» والذي أطلق في ٦ أبريل ١٩٦٠، وبعدها بسبعة عشر يوما أطلق الاتحاد السوفييتي القمر «مولنيا» وهو القمر السوفييتي الأول المخصص للاتصالات[٣].

وكان أول قمر استخدم للبث التليفزيوني البعيد المدى هو القمر «سينكوم ـ ٣» الذي أطلق في ١٩ أغسطس ١٩٦٤. والذي حقق فتحا جديدا بنقل صور مباريات الألعاب الأولمبية التي كانت تقام في طوكيو وقتئذ. واستمتعت دول أوروبية ومدن شرق أمريكا بمشاهدة هذه المباريات وقت لعبها. وكان المتبع قبل ذلك أن تنقل أفلام سينمائية لها بالطائرات وتذاع بعد إقامة المباريات بعشرات الساعات.

وفي ١٩٧٢ أطلقت الولايات المتحدة القمر لاندسات-١، وبذلك دخلت الأقمار الصناعية مجال المسح الفضائي بشكل تجاري. وقد ازدادت أهمية هذا المجال زيادة كبيرة وخاصة بالنسبة للدول النامية التي لاتزال في حاجة إلى استخدام مواردها الاستخدام الأمثل. وقد أطلقت فرنسا القمر الصناعي «سبوت» ووضعت نظاما لإتاحة المعلومات التي يلتقطها بشكل تجاري لمن يريدها. وسنتناول هذا الموضوع تفصيليا في الباب الرابع عشر الخاص بالاستشعار من بعد.

وتمثل الأقمار الصناعية الوسيلة المثلى لمسح المحيطات التي تمثل نسبة كبيرة من سطح الأرض يصعب متابعتها بالطرق التقليدية. وكان أول قمر مخصص لهذا الغرض هو القمر الأمريكي Seasat والذي أطلق في عام ١٩٧٨.

وكان من أواخر التطبيقات ظهورا، أقمار الملاحة الجوية، وهو نظام وضعت له شبكة من الأقمار الأمريكية تغطي العالم كله في كل لحظة من لحظات الليل والنهار بهدف تحديد مواقع الطائرات والسفن وربطها بشبكة ملاحة متكاملة في ما يعرف بـ «نظام تحديد المواقع العالمي». وسيأتي الكلام بالتفصيل عن ذلك في الباب الثاني عشر الخاص بالملاحة.

## المدارات واستخداماتها المختلفة

يختلف المدار الذي يطلق إليه القمر الصناعي باختلاف الغرض المخصص له ذلك القمر. وقد سبق أن تعرضنا لأنواع المدارات المختلفة في الفصل الذي تحدثنا فيه عن علوم الفضاء، ونعود هنا لنلخص هذه المدارات واستخداماتها قبل أن نعرض لهذه الاستخدامات بالتفصيل في الأبواب الأربعة التالية.

وتنقسم أهم مدارات الأقمار الصناعية إلى مدارات أرضية منخفضة، ومدارات قطبية، وهناك أيضا المدار الثابت الجغرافي. وتستخدم المدارات الأرضية المنخفضة Low Earth Orbits (LEO) في التصوير والقياسات الفضائية عالية الدقة نظرا لقربها من الأرض. ويتراوح ارتفاع هذه المدارات من ١٥٠ كيلومترا إلى أكثر من ١٠٠٠ كيلومتر فوق سطح الأرض، وقد تكون هذه المدارات دائرية أو بيضاوية.

ويحدد ارتفاع المدار سرعة القمر اللازمة للاحتفاظ به في المدار، والزمن اللازم لإكمال دورته حول الأرض أيضا. فالقمر الذي يدور على ارتفاع ١٥٠ كيلومترا في مدار دائري يتم دورته في ٩٠ دقيقة بينما يكملها القمر الذي يدور على ارتفاع ٨٧٠ كيلومترا في ١٠٠ دقيقة.

وكلما زاد ارتفاع القمر زادت المساحة التي يمكن أن يغطيها من سطح الأرض. وعند ارتفاع ٣٥٨٠٠ كيلومتر يستغرق القمر أربعا وعشرين ساعة تماما ليكمل دورة حول الأرض. وحيث إن الأرض تدور حول محورها بهذه السرعة نفسها فإن القمر يبدو ثابتا فوق منطقة معينة من سطح الأرض.

وفي بعـض التطبيقـات يكون مـن المنـاسـب أن يطلق القمـر في مـدار بيضاوي تكـون الأرض في موقع البـؤرة منه، أي أن القمـر يكون قريبـا من الأرض في جزء مـن مساره وبعيـدا عنها في جـزء آخر. وفي مثـل هذا المدار تكون سرعة القمر كبيرة عنـدما يكون قريبا من الأرض وتقـل سرعته عندما يكون بعيدا عنها. وتستخدم هذه الخاصية عندما نريد أن يبقى القمر فوق منطقة معينة لمدة أطول.

وتتحدد المساحـة التي يغطيها القمر مـن سطح الأرض باعتباريـن آخرين بالإضـافة إلى ارتفـاع المدار وهما مجال رؤية الأجهـزة المثبتة بـالقمر وزاويـة ميل مستوى المدار. أما مجال رؤيـة الأجهزة فيتوقف على دقـة هذه الأجهزة، إذ كلما تطلب الأمـر دقة أعلى في التصـوير والاستطلاع ضـاق مجال الرؤيـة في الدورة الواحدة أو ضاق شريط المسح الذي يغطيه القمر من سطح الأرض.

أما الاعتبار الثاني فهو زاوية ميل مستوى المدار. ولتوضيح ذلك لنا أن ننظر إلى مدار استوائي، أي أن المدار موضوع مباشرة فـوق خط الاستواء. فالقمر في هذا المدار سوف يتمكن من تصوير الدائرة الاستوائية فقط وما حولها في شريط ضيق تحدده زاوية رؤيـة الأجهزة المركبة عليه. لكن إذا كـان المدار عموديا على خط الاستـواء أي من القطـب الجنوبي إلى الشمالي وهكـذا، فبينما تدور الأرض مـن الغرب إلى الشرق حـول محورها يـدور القمر مـن أحد القطبين إلى الآخـر، وبذلك فـإن كل نقطة على سطح الأرض سوف تقـع تحت مجال رؤية القمر في وقت مـا. ويسمى مثل هذا المدار مـدارا قطبيا ويستخدم لأنظمـة الاستشعار الدولية التي تحتاج إلى أن تغطي كل سطح الأرض.

لأهمية هذا المدار عقدت عدة مـؤتمرات في إطار الاتحاد الدولي للاتصالات لتنسيق استخدام المدار. ويتم توزيع المواقـع على المدار الجغرافي الثابت بحيث يفصل بين كل قمر صناعي وآخر ثلاث درجات، كما يتم تخصيص الذبذبات التـي يتم الإرسـال عليها بمقتضـى اتفاقيـات دولية لضمان عـدم التداخـل. ويسقط حـق الدولة في الموقع المخصـص لها إذا لم تستخدمه في ظـرف عشرين

سنة، وقد كان هذا أحد الأسبـاب التي حدت بمصر إلى الإسراع بإطلاق قمر الاتصالات والبـث التليفزيوني نايـل-سات قبل أن تفقد الموقـع المخصص لها على المدار الجغرافي الثابت.

## مدار مولنيا Molniya Orbit

تقع معظم أراضي روسيا ودول الاتحاد السوفييتـي السابق في شمال النصف الشمالي من الكـرة الأرضية، ولـذلك يصعب رصـدها مـن أقمار المدار الجغرافي الثابت التقليدي والذي يقع فوق خط الاستواء. ولكي تتغلب روسيا على هذه الصعوبة فـإنها تستخدم مدارا بيضاويـا بحيث يكون القمر بعيـدا عن الأرض (وبالتالي أبطأ) عندما يكون فـوق أراضي روسيا ويكون قريبا من الأرض بحيث يمر سريعـا فوق بقية العـالم. وبذلك يبقـى القمر أطـول مدة من مـداره فوق أراضي روسيا أو الاتحاد السوفييتي السابق. ويمكن التغلب على الفترة التي لا يكون فيها القمر فوق أراضي روسيا بوضع عدة أقمار في هذا المدار بحيث يكون دائما هناك قمر متاح للاتصالات.

## سوق الإطلاق التجارية

ليس من الضروري لأي دولة تود إطلاق قمر صناعي أن تمتلك القدرة على الإطـلاق، أي تمتلـك القـاذفـات العملاقـة التـي تستطيـع أن تحمـل الأقمار الصنـاعية الكبيرة (حـوالي طنين) إلى المدارات البعيدة وخـاصـة مدار الثبـات الجغـرافي (٣٥٨٠٠كيلـومتر). ورغـم أن الدول الفضـائيـة الصغيرة (كـالهنـد وإسرائيل) تملك القدرة على أن تضع أقمارا صغيرة في مدارات قريبة، فإن هذه الدول نفسهـا تحتاج إلى الاستعـانة بـالقاذفـات العملاقـة لدول كبرى لـوضع أقمارها في المدارات البعيدة.

ومـع تزايـد استخدامـات الأقمار الصناعيـة في الأغراض المدنيـة وخاصـة الاتصالات والبـث التليفزيوني نشـأت الحاجة إلى قـاذفات إطلاق تجاريـة يتم

استئجارها لوضع قمر معين في مدار معين، وظهرت سوق تجارية تقدر ببلايين الدولارات سنويا لتقديم خدمات الإطلاق.

وهناك أربع دول أو مجموعات دول تقدم هذه الخدمة التجارية حاليا وهي وكالة الفضاء الأوروبية والتي تقدم القاذف أريان-٤ وسوف تقدم أريان-٥ بدءا من١٩٩٦، ثم أمريكا والتي لديها مكوك الفضاء الأمريكي وعدد من القاذفات الأمريكية التجارية مثل القاذفات دلتا من شركة ماكدونل دوجلاس (ينظر الفصل الخاص بالقاذفات الأمريكية في الباب السادس)، ثم الصين والتي تقدم القاذف الصيني لونج مارش أو CZ-4، وأخيرا روسيا التي تحاول المنافسة في هذا المجال بما لديها من قاذفات قوية متعددة (انظر الفصل الخاص بالقاذفات الروسية في الباب السادس).

ولا يعتمد نجاح الدولة في تسويق قدرات الإطلاق الفضائية لديها على مجرد توافر القدرة على حمل قمر صناعي ذي حمولة معينة إلى مدار على ارتفاع معين، أو حتى على السعر الذي تتقاضاه ثمنا لتلك الخدمة الخاصة، بل إن هناك عدة اعتبارات أخرى تحدد مكانة القاذف في سوق الإطلاق، وأهم هذه الاعتبارات:

- الاعتمادية، وهي نسبة نجاح الإطلاقات السابقة لهذا القاذف، فالحمولة الفضائية غالية جدا، ولا تمثل فقط استثمارا اقتصاديا، بل جهودا علمية وفنية كبيرة وفترة زمنية طويلة تنفق لإعداد التجارب العلمية، وانتظارا لظروف إطلاق مناسبة قد لا تتوافر أحيانا إلا كل بضع سنوات، وأخيرا ظروفا سياسية مواتية. وعلى سبيل المثال فإن فشل القاذف الروسي في حمل قمر صناعي إسرائيلي إلى المدار في مارس ١٩٩٥ والذي لم ينل قدرا كافيا من الاهتمام نتيجة التغطية عليه بالإطلاق الإسرائيلي الناجح للقمر أفق-٣ يمثل خسارة إعلامية وسياسية لكل من إسرائيل وروسيا، وفي حالة الأخيرة يمثل نكسة واضحة في الترويج لقاذفاتها أيضا.

- استعداد الدولة الناقلة لنقل جزء من خبراتها التقنية إلى الدولة صاحبة القمر الصناعي. ويمثل هذا الاعتبار أهمية خاصة بالنسبة للدول التي تصبو إلى إنشاء صناعات فضائية. وتعد الصين من الدول التي تولي هذا الجانب عناية خاصة وتبدي استجابة ملموسة تجاه مطالب الدول النامية في هذا الصدد.

ونظرا للاحتمالات الكبيرة لفشل إطلاق معين (تصل إلى ٢٠ ــ ٢٥٪ في بعض الأحوال) فإن الشركات الصانعة للأقمار الصناعية عادة ما تصنّع قمرين متماثلين من الطراز نفسه تحسبا ليس فقط لفشل الإطلاق و إنما لحدوث عطب في القمر يؤدي إلى توقفه عن العمل قبل انتهاء عمره الافتراضي أيضا.

## التأمين على الحمولات الفضائية

ونتج عن الاعتبارات السابقة ظهور سوق للتأمين على الأقمار الصناعية وعلى الحمولات الفضائية عموما. وكأي سوق ناشئة عانت هذه السوق اضطرابات النشأة الأولى، حيث كانت معدلات التأمين منخفضة بدرجة كبيرة نتيجة التفاؤل الذي ساد صناعة الفضاء في السبعينيات ونقص الخبرة التراكمية لمثل هذا المجال. وبينما كانت معدلات التأمين في السبعينيات في حدود ١٠٪ من إجمالي قيمة الحمولة وتكلفة الإطلاق، فإن هذه المعدلات أثبتت أنها منخفضة بصورة غير واقعية وأدت إلى خسائر كبيرة لصناعة التأمين الفضائي الناشئة و إلى إحجام شركات التأمين عن الدخول في هذا المجال وتحمل مخاطره. وعلى سبيل المثال الخلاف الذي حدث بين الشركات المصنعة للقمر العربي الأول «عربسات ـ١» الذي تعطلت أغلب قنواته عن العمل ثم حيوده عن المدار الثابت، وامتناع شركات التأمين عن تغطية الخسارة الأمر الذي تحول إلى قضية دولية. وهناك مثال آخر خاص بالقمر الإندونيسي «بالابارب» الذي تعطل في الفضاء، وأمكن إنقاذه بوساطة المكوك الأمريكي سنة ١٩٨٤، بعد أن غطت شركات التأمين تكاليف إنقاذه.

وفي الثمانينيات ارتفعت تكلفة التأمين إلى ٢٠٪ ووصلت أحيانا إلى ٣٠٪ من إجمالي التكلفة، مما حدا ببعض الشركات المنتجة للأقمار الصناعية إلى اللجوء إلى التأمين الذاتي أي ضمان الإطلاق والتعويض عن الخسائر نتيجة فشل الإطلاق.

وتتراوح تكلفة التأمين حاليا مابين ١٧٪ ـ ٢١٪ من إجمالي قيمة الحمولة وتكلفة الإطلاق(٤)، وتتفاوت هذه التكلفة حسب نوع القاذف وتاريخه وعدد مرات الإطلاق سنويا وهكذا. ويوضح الجدول رقم (١٠ ـ ١) التكلفة النسبية للتأمين للقاذفات التجارية المتاحة.

جدول رقم ١٠ ـ ١
مقارنة بين تكلفة التأمين للقاذفات الفضائية التجارية(٥)

| نوع القاذف | درجة احتمال نجاح الإطلاق* | متوسط تكلفة الإطلاق (مليون $) | متوسط تكلفة الحمولة (مليون $) | تكلفة التأمين ٪ |
|---|---|---|---|---|
| أريان (أوربي) | ٠,٨٩ | ٦٥ | ١٠٠ | ١٨٪ |
| أطلس (أمريكي) | ٠,٨٧ | ٧٠ | ١٠٠ | ٢٠٪ |
| دلتا (أمريكي) | ٠,٩٠ | ٤٥ | ٧٠ | ١٧٪ |
| بروتون (روسي) | ٠,٨٧ | ٥٠ | ١٠٠ | ٢٠٪ |
| لونج مارش (صيني) | ٠,٨٣ | ٣٥ | ٧٠ | ٢١٪ |

* لا توجد طريقة معتمدة لتحديد احتمال نجاح الإطلاق، ولذلك يقاس هذا الرقم بناء على عدد الإطلاقات الكلي والذي قد يختلف اختلافا كبيرا من قاذف إلى آخر.

## مراجع وهوامش الباب العاشر


(١) موسوعة كمبريدج للفضاء. مطبعة جامعة كمبريدج ١٩٩٢ .

(٢) تتناسب سرعة القمر عكسيا مع الجذر التربيعي لارتفاع المدار، فكلما زاد ارتفاع المدار قلت سرعة القمر، ولذلك فالأقمار التي تدور في مدار قريب من الأرض هي أقمار سريعة وبالعكس.

(٣) حمدي قنديل ـ اتصالات الفضاء ـ طباعة الهيئة المصرية للكتاب ١٩٨٥ .

(٤) The space insurance industry: does it have future? Aerospace America, Jan 1994, pp 27-30.

(٥) المرجع السابق.




## الباب الحادي عشر

# استخدامات الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية

عنـي الإنسان منـذ وجـد على سطح الأرض بـالظـواهـر الجوية، وحـاول تذليلهـا والتعامـل معها، وعندمـا أعياه فهمها وأخـافته ضراوتها جعـل لكل ظاهـرة إلها وقدم له القرابين، فهـذا إله الرعـد وتلك إلهة المطر وهذا نبتـون إله البحر. لكـن الجو برعـده ومطره وزوابعـه وأعاصيره ظـل مصدر قلـق وخوف للإنسـان كما هو مصدر خير ورزق له. وفي كـل الأحوال ظل فهمه للظـواهر الجوية وقدرته على التنبؤ بالجو مسألة حيوية يسعى إليها وتؤثر في حياته ورزقه وصيده وزراعته تأثيرا مباشرا.

وقد يصعـب علينا نحـن الذين نعيـش في المنطقة العـربية وجنـوب البحر المتوسط تقدير أهمية الأرصاد الجوية بـالنسبة لشعوب الشمال نظرا لطبيعة جونا المستقرة نسبيـا وعدم وجـود التغير الهائل بين الفصول. ويمكننـا تقديـر هذه الأهمية إذا ذهبنـا مثلا إلى الإسكندرية ورأينـا كيف يحسب الصيادون مـواعيد النوات وكيف يتنبئـون بالجو بناء على خبرتهم الطويلة، وكيف يـرتبون حياتهم على نزوات البحر وأهـوائه. وفي دول أخرى كالولايات المتحدة واليـابان يلعب التنبؤ الجوي دورا اقتصـاديا كبيرا في تقـدير المحاصيـل والغلال، وفي متـابعة الأعاصير والزوابع والتي تصل إلى حد الكوارث الطبيعية.

وعلى سبيل المثـال فقد أحـدث إعصار «أنـدرو» الذي يهب على السـاحل الشرقي من الولايـات المتحدة خسائر في ولاية فلوريدا منـذ سنوات قليلة تقدر بعدة بلايين من الدولارات وأدى إلى تدمير شامل لمناطق واسعة، وأعلنت هذه المناطق مناطق كوارث، وهبت لمساعـدتها الحكومة الفيدرالية. ولا شك في أنه يمكن تقليـل الخسائر في الأرواح والأمـوال بشكل كبير عندمـا يمكن تـرحيل السكان من المناطق التي تقع في مسـار الإعصار، ويحتاج ذلك إلى متابعة شبه لحظية حيث إن هذه الأعاصير تغير اتجاهـاتها بشكل فجائي وسريع ولا يمكن التنبؤ به. ولحسن الحظ فإن الأقمار الصناعية يمكنها القيام بمهمة المتابعة هذه بشكل دقيق كما سنوضح بعد قليل.

والأرصاد الجوية علم قديم، قبل إطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء، ويتم عن طريق محطات للأرصاد الجوية منتشرة في أنحاء العالم، وتمد هذه المحطات مراكز التنبؤات الجوية بمعلومات كثيرة عن الجو وعناصره من درجات حرارة وضغط وسرعة رياح وغيرها. ويتم التنبؤ بالجو عن طريق نماذج رياضية ضخمة ومعقدة يحاول بها خبراء الجو -وهم دارسو فيزياء من حيث التخصص- محاكاة ما يحدث في الطبيعة وبالتالي استنتاج زمن وموقع الأحداث الجوية المختلفة و إذاعتها للتصرف بما يمليه الموقف للاستفادة من خيرها أو لتجنب النتائج الضارة للزوابع أو الأعاصير.

وينقسم التنبؤ الجوي إلى تنبؤ قصير ومتوسط وطويل المدى، وتقل دقة التنبؤ بطبيعة الحال كلما زادت مدته. وعلى العموم يمكن الاعتماد على التنبؤات الجوية بدقة فيما لا يزيد على يوم أو بعض يوم. ويحصل من يقومون بتقديم النشرات الجوية في التليفزيون على قدر غير عادل من سخريتنا وتهكمنا، خاصة إذا جاءت الأحوال مخالفة لما قدموه في النشرة الجوية، وهي سخرية بطبيعة الحال موجهة إلى نسبة الخطأ في توقعاتهم، غير أنه من الإنصاف أن نعلم أن الجو ظاهرة علمية معقدة جدا وليس أدل على تعقيدها من أن الولايات المتحدة تستعمل للتنبؤ الأكثر دقة بها أكثر الحاسبات تعقيدا وقوة مثل الحاسب الفائق **super computer** المعروف باسم كراي.

وكلما زادت دقة وآنية المعلومات المتاحة لحاسبات التنبؤ الجوي ومراصده، كان التنبؤ أكثر دقة. وقد كانت الأرصاد الجوية هي أحد التطبيقات المدنية التي استفادت مبكرا من الأقمار الصناعية. ويمكن النظر إلى القمر الصناعي في هذه الحالة على أنه برج مراقبة عال جدا ويستطيع أن يكشف مساحة واسعة جدا من سطح الكرة الأرضية والغلاف الجوي الذي يغطيها، وهو لذلك يستطيع أن يعطي معلومات دقيقة تماما عن بعض الظواهر الجوية مثل التكوينات السحابية وحركتها.

ويتم استخدام الأقمار الصناعية في الرصد الجوي، إما عن طريق أقمار في مدارات قطبية[١]، وتستطيع هذه الأقمار التي تدور حول الأرض في فترات

معينة رصـد وتصوير الظواهـر الجوية التي تقـع تحت مسارها، أو عن طـريق أقمار ساكنـة أو ثابتة جغـرافيا[٢] فوق منطقـة معينة مثل المحيط الهنـدي مثلا لمتابعة الظواهر الجوية التي تحدث في منطقتها.

## أقمار تيروس وكوزموس

كان أول قمر استخدم في الرصد الجوي هو القمر الصناعي المستكشف-٧ (Explorer-7) الذي أطلقته الولايات المتحدة في عام ١٩٥٩، وكان يحمل أول تجربة لقيـاس التغيرات في الجو. وتبع ذلـك سلسلة أقمار تيروس TIROS، وكان القمـر تيروس-١ الذي أطلـق في ١ أبريل ١٩٦٠ هـو القمر الصنـاعي الأول الذي سجل بالصـور وبالأشعة تحت الحمراء[٣] تكوينـات السحب في الطبقات المنخفضـة من الغلاف الجوي. وقد أطلـق من هذه المجموعـة سبعة أقمار بين ١٩٦٠ - ١٩٦٣ وضعـت في مدار شبه قطبي على ارتفـاع ٨٠٠كم، وكـانت الفترة المداريـة التـي يتم فيهـا القمـر دورتـه حول الأرض نحـو ١٠٠ دقيقة. وأثبتت هذه المجموعة فعالية استخـدام الأقمار الصناعية لرصد ومراقبة الأحوال الجوية.

وشمل البرنـامج الثـاني للأرصـاد الجوية بـاستخدام الأقمار الصنـاعية إطــلاق تسعـة أقمار على ارتفــاع ١٦٠٠ كيلـومتر في الفترة مــن ١٩٦٦ - ١٩٦٩. وفي عام ١٩٧٠ أطلـق أول قمر من طراز تيروس المحســن والذي سمي «أيتـوس ITOS» لالتقاط صور مرئية وحـرارية لتجمعات السحب بـدقة تبلـغ كيلومترا واحـدا. وتعتبر هـذه الدقـة كـافية لتمييـز تكوينـات السحب المهمة العالية منها والمنخفضة.

وفي الفترة نفسها تقـريبا أطلق الاتحاد السـوفييتي سلسلة أقمار كـوزموس، والتي كـانت تخدم أغراضـا مختلفة عسكرية ومـدنية، ومنها الأرصـاد الجوية، ومن هـذه السلسلة يكوّن القمران كـوزموس-١٤٤ وكوزمـوس-١٥٦ أساس نظام أرصاد جوية يسمى «متيور»

## سلسلة أقمار نيمبوس Nimbus الأمريكية

في ١٩٦٤ أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» أول قمر من سلسلة سميث «نيمبوس Nimbus» وخصصت لاختبار التكنولوجيات الجديدة، وحملت هذه المجموعة سلسلة من الأجهزة المتطورة، فخصص القمر الأول منها للتصوير المرئي والحراري وحمل القمر نيمبوس-٤ في أبريل ١٩٧٠ أول أجهزة لقياس التدرج الحراري الرأسي.

وفي ديسمبر ١٩٧٢ حمل نيمبوس-٥ كاميرات ميكروموجية قادرة على الرؤية خلال السحب. أما الأجهزة التي حملها نيمبوس-٦ فهي التي تحملها الأقمار الصناعية منذ ١٩٧٨ للقياسات الحرارية والميكروموجية وتستخدمها الوكالة القومية الأمريكية للمحيطات والجو NOAA وهي الهيئة المنوط بها متابعة بحوث الأرصاد الجوية في أمريكا. والجيل الثالث من أقمار «إيسا ESSA» وأمكن اختزان الصور فيها على شرائط مغناطيسية لتذاع على محطات المتابعة في عدة بلاد حسب الطلب. وقد أطلق منها ثمانية أقمار واشتركت مصر والكويت في استقبال صور القمر «إيسا -٨» لتطعيم النشرات الجوية لرفع مستوى دقتها.

## كيف يتم استخدام الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية؟

إن مفاتيح النماذج الرياضية لحركة الجو هي توزيع الضغط ودرجات الحرارة وسمك وكثافة الطبقات الجوية. ويمكن حساب حركة الرياح عن طريق غير مباشر برصد حركة السحب من أقمار ساكنة، ويمكن لهذا الغرض تمثيل القمر الصناعي براصد على ارتفاع كبير جدا من الأرض مزود بتلسكوبات ذات قدرة عالية في كل من النطاقين المرئي والحراري، ويسجل هذا الراصد حركة السحب قريبا من سطح الأرض وتدرج درجات الحرارة داخل طبقات السحب.

ويشبه رصد حركة السحب رصد التفاصيل المرئية على سطح الأرض، فالسحاب يمكن رؤيته وتصويره بوضوح، وتستنتج حركة السحب من تغير

مواقعها مع الزمن، ومنهايمكن تحديد سرعـة الرياح. ولذلك فالتكنولوجيات المستعملة هنـا تكنولوجيا مـألوفة وليس فيهـا جديد غير التقنيات المستحـدثة للرصد المرئي من ارتفاعات كبيرة.

وتستطيع الأقمار تحديد سمك طبقات الغلاف الجوي أيضا، ويفيد ذلك في تحديد مناطق الضغط العالي والمنخفـض وتيارات الهواء وتوزيع درجات الحرارة، ويتم ذلك عـن طريق قياس مـايسمى بالتدرج الحراري الـرأسي. وحيث إننا لا نستطيع بطبيعـة الحال أن نضع ترمومترات عنـد كل كيلومتر من ارتفـاع الغلاف الجوي، فلابد لنا أن نبحـث عن طريقة أخرى لقياس درجـات حرارة الطبقات المتتالية مـن الغلاف الجوي. إن قياس درجات الحرارة بوساطـة الترمومترات هو استخـدام لظـاهرة التـوصيـل، لكـن قيـاس درجـات الحرارة بوسـاطـة الأقمار الصنـاعية يتـم عن طـريق قيـاس الإشعاع الحراري، ويتـم ذلك لأن الغـلاف الجوي بينما تنفـذ خلالـه أشعـة الضوء فـإنـه يمتص الأشعـة الأخـرى من فـوق البنفسجية إلى أشعة جـاما بدرجات متفاوتة. وامتصـاص الأشعة تحت الحمراء بوساطة مكونات الغلاف الجوي المختلفة يجعل قياس التدرج الحراري ممكنا.

إن الأشعة تحت الحمراء التي تخرج من أعلى الغلاف الجوي ليتم قياسها بوساطة القمر الصنـاعي هـي أشعة خـرجت بعد أن تـم امتصاص بعضهـا، وهي لـذلك تحتوي على معلـومات عن مقـدار الامتصاص الذي تـم بكل الطبقات واحـدة بعد الأخرى والذي يعتمـد على درجة الحرارية فقط. وبذلك فبقيـاس درجات الإشعاع الحراري على ارتفاعات مختلفة يمكن حساب درجات الحرارة عند هذه الارتفاعات. وبدمـج نتائج التدرج الحراري مـع قياسات الضغط عنـد ارتفاعات مختلفـة يمكن حساب كثافة طبقات الغلاف الجوي في منطقة معينة من الكرة الأرضية.

ويتـم إدخـال المعلـومـات الخاصة بكثـافـة طبقـات الغـلاف الجوي مـع معلومات حـركة الرياح وغيرها مـن المعلومات في النماذج الرياضيـة الحاسوبية الكبيرة التي سبـق الحديث عنهـا والتي تستطيع -بنـاء على هذه المعلـومات- إعطاء معلومات وتنبؤات أكثر دقة عن حالة الجو لمدى أطول.

لقد تحسنت الأرصاد الجوية باستخدام الأقمار الصناعية كثيرا. وإذا كانت الصورة التي رسمناها في الفقرات السابقة تبدو مجردة ورياضية بعض الشيء، فإن هناك صورة أخرى تجسد أهمية الأقمار الصناعية بشكل ملموس، وهذه هي صورة العواصف الرملية في شمال أفريقيا وفي صحراء العرب مثل أعاصير المحيطين الأطلنطي والباسفيكي على سواحل الولايات المتحدة واليابان، وفي بحر الشمال تأخذ كلها صورة مرئية واضحة وتتحرك حركة ملحوظة يمكن رصدها من الأقمار، بل يمكن تحديد عين الإعصار ورؤية اتجاه دورانه من الصور الملتقطة من هذه الأقمار.

## أقمار الأرصاد الجوية

أدركت دول كثيرة الفائدة المباشرة التي تعود عليها من أقمار الأرصاد الجوية فأطلقت عدة دول -ومنها دول نامية- أقمارها الخاصة بالأرصاد. ومن هذه الدول اليابان وأوروبا والهند. وهذه الأقمار أقمار ساكنة ويغطي كل منها منطقة معينة، ولذلك تستفيد منها مباشرة دولة معينة أو مجموعة من الدول تكون هي عادة التي ستتولى إطلاق القمر الصناعي وتحمل نفقاته. وتغطي هذه الأقمار في مجملها الكرة الأرضية كلها، وتنقسم إلى مجموعتين متكاملتين.

المجموعة الأولى في مدار ثابت جغرافيا عند خط الاستواء وتتكون من خمسة أقمار وهي موزعة على النحو التالي(٤):

١- GOES الشرقي والغربي قمران أطلقتهما الولايات المتحدة على المدار الثابت جغرافيا Geostationary Orbit ويغطيان أمريكا الشمالية والجنوبية والمحيط الهادي الغربي، وقد أطلق من مجموعة GOES سبعة أقمار في الفترة من ١٩٧٥ إلى ١٩٨٧.

٣- متيوسات METEOSAT أقمار أوروبية في المدار نفسه بدأ إطلاقها عام ١٩٧٧ وتغطي أوروبا وأفريقيا والشرق الأوسط، وقد أطلق من مجموعة METEOSAT خمسة أقمار في الفترة من ١٩٧٧ إلى ١٩٨١. وتتعدد

الإطلاقات في حالة تعطل بعض وظـائف القمر أو لاستبداله بعد انتهاء عمره الافتراضي.

٤- إنســاتINSAT قمر هندي في مـدار ثابت حول خـط الاستواء (المدار السابق نفسه) ويغطي شبه القارة الهندية والمحيط الهندي وجزءا من آسيا، وقد أطلق من هذه المجموعة من الأقمار INSAT 1A, 1B, 1C في الفترة من ١٩٨٢ إلى ١٩٨٨ ثم INSAT2 في ١٩٩٠.

٥- سلسلة أقمار GMS اليابانية أطلق منها GMS1 وGMS2 وGMS3 في الفترة من ١٩٧٧ إلى ١٩٨٤ وتغطي المحيط الهادي الغربي وأستراليا.

المجموعـة الثانية في مدار قطبـي عمودي على المدار الاستوائي الثابـت وتتكون من الأقمار الآتية:

١- بتروس TIROS أمريكـي على ارتفاع ٨٠٠ كم، وقـد أطلق منـه سبعة أقمار.

٢- NOAA قمران أمريكيان على الارتفاع نفسه تقريبا ويعطيان بيانات جوية لكل الكرة الأرضية كل ست ساعات.

٣- ميتور METEOR روسي على ارتفاع ٨٠٠كم تقريبا في مدار قطبي، وقد أطلـق مـن METEOR I ثلاثـون قمرا في الفترة مـن ١٩٦٩ إلى ١٩٧٨. وتلاه برنامج METEOR II و METEOR III.

## التعاون الدولي في مجال الأرصاد الجوية

بطبيعة الحال فإن الظواهر الجوية ظواهـر متعدية للحدود الوطنية للدول، ولـذلـك فـإن التعـاون الدولي فيهـا أمـر مطلـوب وطبيعـي وفي أحيـان كثيرة ضروري. ويـرجـع التعـاون الـدولي في الأرصـــاد الجويـة إلى مـا قبـل الأقمار الصنـاعية، ولـذلـك ليـس من الغـريـب أن يستمـر بنجاح في عهـد الأقمار

الصناعيـة. ومن نـاحية أخرى فـإن الأقمار الصناعية عـالية التكلفـة وتغطي مساحات تفوق بكثير حدود دولة معينة ولذلك ليس هناك معنى لتحمل دولة واحدة نفقات قمر صناعي.

بدأ التعاون في مجال الأرصاد الجوية مبكرا بـالمقارنة بكثير من صور التعاون الدولي الأخرى بسبب علاقة الأرصاد الجوية بـالحركة البحرية التجارية، ففي عام ١٨٥٣ عقد اجتماع للدول المطلة على البحار لتطـوير نظام لمراقبة الطقس فوق المحيطـات، وفي الوقت نفسه بـدأت البلدان البحرية المختلفـة بالاهتمام بتأسيس وحدات قومية لخدمات الأرصاد الجوية[٥].

ولتنسيق برامج الأرصاد الجوية عالميا أنشئت في عام ١٨٧٣ المنظمة العالمية للأرصاد الجوية World Meteorological Organization WMO ومقرها جنيف، وتختص بالبرامج الخاصة بجمع ومعـالجة المعلومات المتعلقة بالأرصاد الجويـة على مستوى العـالم، وهناك في الـوقت نفسـه بـرامج ثنـائية و إقليميـة متعلقة بالأرصاد الجوية.

واستفادت خدمات الأرصاد الجوية مـن التقدم العلمي الذي حدث في القرن الأخير حيـث بـدأ تطـويـر وسـائل جـديـدة لمراقبـة تطـورات الغـلاف الجوي، واستخدمت البالونات والمناطيد والطائرات في الحصول على معلومات عن طبقات الجو المختلفة، وفي الوقت نفسه أنشئ نظام عـالمي متكامل من المحطات الأرضية والسفن البحرية لمراقبة الجو وتبادل المعلومات عنه بشكل منتظم.

وفي عام ١٩٦٣ قامت المنظمة بإنشاء نظام مراقبة للجو على مستوى العالم يسمى World Weather Watch وتساهم فيه جميع دول العالم. وتوجد اليوم نحو ٩٠٠ محطـة مراقبـة أرضية ونحو ٧ آلاف سفينـة مراقبـة تطوعيـة وتغطي مراقبتها جميع المحيطـات بالإضافة إلى تقارير الطائرات التجاريـة والتي ترسل في الوقت الحاضر نحو ١٠ آلاف تقرير في اليوم الواحد[٦].

وبـدخول الأقمار الصنـاعية أضيـف عنصر جـديد وتقنيـات جديـدة إلى وسائل مـراقبة الجو، ودخل هـذا العنصر بإمكـاناته الكبيرة في شبكـة الأرصاد

الجوية العالميـة. من ناحية أخرى هناك منظمات إقليميـة للتعاون في استخدام الأقمار الصناعية في الأرصـاد الجوية في مناطق معينة مثـل أوروبا وشرق آسيا. ومن المنظمات الإقليمية المختصة باستخدام الأقمار الصناعية في الأرصاد الجوية منظمــة Eumetsat التي أنشئـت في ٢٤ مايو ١٩٨٣ بهدف إنشـاء وتشغيل شبكة من أقمار الأرصاد مبنية على شبكة أقمار «متيوسات» الأوروبية.

ويـوجد تعـاون بين المنظمات الإقليميـة المختلفـة. فمثلا حـدث في عـام ١٩٨٩ عطل في أحـد الأقمار التي تغطـي الولايـات المتحدة، وجـرى على أثر ذلك اتفاق مع وكالة الفضـاء الأوروبية على تحريك قمر ميتوسات Eumetsat إلى خط طـول ٧٥ درجة غـربا لتغطيـة السواحـل الشرقية والغـربية للـولايات المتحدة.

وعلى الجملة يمكـن القول إن الأقمار الصناعية بـرؤيتها الشاملـة من أعلى أصبحت الآن جـزءا رئيسيا من نظـام الأرصاد الجويـة العالمي، مكملة بـذلك سلسلـة من التطـورات التقنيـة التي تمكـن الإنسـان مـن السيطرة على المنـاخ والتعامل معه وتجنب كوارثه وأخطاره.

# هوامش ومراجع الباب الحادي عشر

(١) المدار القطبي مدار عمودي على خط الاستواء، ويمكن تمثيله بحلقة حول الكرة الأرضية تشبه تلك التي تستعمل في النماذج التعليمية للكرة الأرضية، وتدور الكرة الأرضية كلها تحت هذه الحلقة من الغرب إلى الشرق بينما يدور القمر الصناعي نفسه في هذه الحلقة من الجنوب إلى الشمال، وبذلك يغطي القمر الصناعي كل نقط الكرة الأرضية التي تمر تحته في لحظة ما على عكس المدار الاستوائي الثابت الذي يغطي نقطة واحدة طوال الوقت. وليس هناك ارتفاع معين للمدار القطبي، بل يختلف حسب الاستخدام.

(٢) الأقمار الساكنة أو الثابتة جغرافيا Geostationary Satellites هي أقمار تطلق إلى المدار الثابت على ارتفاع ٣٦ ألف كيلو متر عند هذا المدار تستغرق دورة القمر الصناعي الوقت نفسه الذي تستغرقه الأرض في الدوران حول نفسها. وبذلك يبدو القمر ظاهريا وكأنه ساكن فوق بقعة معينة من سطح الأرض، وتستخدم في أغراض الأرصاد الجوية والاتصالات والبث التليفزيوني - راجع الباب الأول.

(٣) الأشعة تحت الحمراء هي إشعاع كهرومغناطيسي له طول موجة يتراوح بين ٠,٠٠٠٧٥ ميلليمتر إلى ميلليمتر واحد. وتحتل الأشعة الحمراء ذلك الجزء من الطيف الكهرومغناطيسي الذي يقل تردده عن تردد الضوء المرئي (ومن هنا جاءت التسمية «تحت الحمراء») ويزيد على تردد الراديو. ومن المعروف أن ألوان الطيف المرئي تزيد في طولها وتقل في ترددها من الأشعة البنفسجية إلى الأشعة الحمراء، وتستخدم الأشعة تحت الحمراء في قياس درجات الحرارة.

(٤) المصدر: The Cambridge Encyclopedia of Space, Cambridge University Press, 1990

(٥) «مراقبة الطقس والمناخ» -إعداد منذر سليمان- مجلة القوات الجوية، دولة الإمارات العربية المتحدة، العدد ٥٨، مارس ١٩٩٤.

(٦) المرجع السابق.



# الباب الثاني عشر

# الملاحة باستخدام الأقمار الصناعية

*«إن نظـام تحديد المواقـع بوسـاطة الأقمار الصنـاعية لهو أهـم تطور لتحقيق الملاحة الكفؤة والآمنة ورصد المركبات الجوية والفضائية منذ إدخال الملاحة بالراديو قبل خمسين عاما»*

الجمعية القومية الأمريكية للطيران في احتفال منح
جائزة التميز لمصممي نظام تحديد المواقع بالأقمار
الصناعية في ١٠ فبراير ١٩٩٣[١]

الملاحة هي معرفة موقع ومسـار المسافر في البر أوالبحر أو الجو في غياب الملامح والتضاريس الأرضية المميزة. وفي البر يملك البدو قدرة خارقة على حفظ التضاريس البسيطة وتمييز كثبان الرمال والاهتداء بالنجوم. يقول القرآن الكريم:

**﴿وعلامات، وبالنجم هم يهتدون﴾** (النحل ـ ١٦).

أمـا في البحـر فكان أجـدادنـا يملكـون خـرائط بـدائية ووسـائل بسيطـة للملاحة، وكـانوا يسيرون بمحاذاة الشواطئ ويستطيعون تحديـد خط العرض بشكل تقـريبي عـن طريـق مراقبة الليـل والنهار، ومكـان مجموعـات النجوم بالنسبة للأفـق. والملاحة أحد أقدم العلوم في العالم على الإطـلاق، وقد كانت الأجرام السماوية لآلاف السنين هي الوسيلة لتحديد المواقيت والمواقع:

**﴿يسألونك عن الأهلة قل هي مواقيت للناس والحج﴾** (البقرة-١٨٩).

## فضل العرب على الملاحة والجغرافيا

وقـد كـان للعرب والمسلمين سبـق غير منكـر في وضـع أسس هـذه العلـوم، ويحتفـظ لنا التـاريخ والتراث العـربي بكثير من قصـص الملاحين والبحارة وقصـة السندبـاد البحري في ألف ليلة وليلـة تعد من عيون الأدب العـالمي، ومن الملاحين العرب الكبار نجد ابـن ماجد وهو الملاح الذي قاد فاسكـودي جاما في رحلته عبر

رأس الرجاء الصالح، كما يعتقد أن الذي قاد سفن كريستوفر كولمبس إلى العالم الجديد كان ملاحا عربيا. ولا يستغرب هذا فقد خرج كريستوفر كولمبوس في ١٤٩٢ من إسبانيا بتشجيع من فرديناند و إيزابلا عشية سقوط الأندلس احتفالا بهذا النصر. وكانت العلوم ومنها علوم الملاحة حتى ذلك الحين كلها عند العرب. وقد حكى عالم الجغرافيا العربي الكبير الإدريسي أنه في القرن الرابع «خرج جماعة من لشبونة كلهم أبناء عم، وأنشأوا مركبا وتزودوا فيه، ثم ركبوا بحر الظلمات واقتحموه ليعرفوا مافيه من الأخبار والعجائب وليعرفوا إلى أين انتهاؤه..»(٢). وبحر الظلمات كما نعلم هو المحيط الأطلنطي، ولم يكن هؤلاء الملاحون ليركبوا متن مثل هذا المحيط دون تمكن من علوم الملاحة والفلك.

وهكذا كان العرب في الواقع هم الذين قادوا العالم خلال الاكتشافات الجغرافية الكبرى، ولعل هذا فصل من التاريخ لم يكتب على حقيقته بعد. أما الإدريسي نفسه فكان أعظم علماء الجغرافيا في عصره ومن أبقى العلماء أثرا في تاريخ العالم، وليس هذا كلاما مرسلا من عندنا، ولكنه شهادة دائرة المعارف الفرنسية التي تقول:

«إن كتاب الإدريسي في الجغرافيا هو أعظم وثيقة علمية جغرافية في القرون الوسطى..»(٣).

ونحن نسوق هذه الأمثلة في مجال حديثنا عن إنجازات العصر في عالم الفضاء ليعلم شبابنا أن أمتنا غير منقطعة الصلة بإنجازات العلم وإسهامه في تقدم البشرية ككل، ومن هنا فإن لنا الحق كل الحق في الأخذ من نتائجه بجانب دون إحساس بالصغار أو التطفل على الغرب، وعلينا في الوقت نفسه فريضة الإسهام في حاضر البشرية ومستقبلها ووصل ما انقطع من حضارة مجيدة بحق.

ولعل الفقرة التالية التي جاءت في كتاب غربي منصف تعبر أكثر من أي شيء عن إسهامنا الحضاري، وقد وردت في كتاب «عندما تغير العالم» للكاتب الإنجليزي جيمس بيرك(٤):

«استمر تدفق طلاب العلم على إسبانيا في طوفان منتظم، فاستقر بعضهم هناك وتفرغ آخرون لترجمة النصوص التي كانوا يبحثون عنها ثم عادوا مرة أخرى إلى بلادهم في الشمال، غير أن الجميع قد أصابه الذهول من تلك الحضارة التي وجدوها في الأندلس، فقد وجدوا في إسبانيا مجتمعا ثقافيا على درجة عالية جدا من التفوق بالمقارنة مع مستوى المجتمع الثقافي في بلادهم، مما ترك لديهم إحساسا بالغيرة من الثقافة العربية التي ظلت تؤثر في الفكر الغربي مئات السنين.

وكان من أوائل المثقفين الذين وصلوا إلى إسبانيا وعاد حاملا مكتشفاته رجل إنجليزي يدعى أديلارد يتركز اهتمامه بالدرجة الأولى على علم الفلك. ويرجع الفضل إلى أديلارد في أنه أول من قدم منهج التفكير الجديد في المؤلفات العربية وقام بتفسيره، وهو المنهج الذي تأثر به الأوروبيون المعاصرون تأثرا عظيما. قدم أديلارد هذا المنهج في كتابين استخدم فيهما أسلوب الحوار، حيث تصور أنه يدير حوارا مع ابن أخيه الشاب الصغير الذي لم يسافر قط خارج البلاد ويريد أن يعرف ماذا تعلم عمه من العرب. وأوضح أديلارد في الكتابين كيف تعلم المذهب العقلي، والمدخل العلماني البحثي للعلوم الطبيعية. ومن بين المقولات التي لها دلالتها وجاءت في هذين الكتابين قوله: كلما اتجهت أكثر إلى الجنوب، اكتشفت أنهم يعرفون المزيد من العلم. إنهم يعرفون كيف يفكرون...».

## الملاحة القصورية Inertial Navigation

ونعود الآن إلى موضوع الملاحة كوسيلة لتحديد المواقع على الأرض أو في البحر تعرف بالنسبة لمواقع النجوم البعيدة، ومع تطور وسائل السفر بالجو أضيف إلى علوم الملاحة تحديد الموقع في الجو. ويمكن إدراك أهمية الملاحة في الجو بتصور رحلة تشارلز ليندنبرج رائد الطيران الأمريكي الذي كان أول من قطع الأطلنطي طائرا دون توقف. ولنا أن نتصور أن أي خطأ في الملاحة كان يمكن أن يؤدي إلى إطالة زمن الرحلة التي استمرت ٣٦ ساعة لم يذق فيها ليندنبرج طعم النوم إلا لماما، أو لما هو أسوأ وهو أن ينفد الوقود في عرض المحيط.

وعندما يصعب رصد النجوم لظروف المطر أو العواصف فإن الراصد يعتمد على أسلوب يعرف بتقدير الموضع dead reckoning والتي تعتمد على معرفته بموقع بداية رحلته وبحسابه الدقيق للسرعة والتغيرات المتتابعة في الاتجاه يمكنه معرفة أين ينتهي .

وهناك أجهزة عديدة للمساعدة على تقدير الوضع وأهمها أجهزة الملاحة القصورية inertial navigation accelerometers، وتعتمد هذه على مجموعة من المعجلات (أجهزة قياس تغير السرعة) والجيروسكوبات gyroscops (أجهزة لقياس التغير في الاتجاه) والتي تؤدي في النهاية إلى حساب الموقع . ومازالت هذه الأجهزة تستخدم في أغراض الملاحة والتوجيه للسفن والغواصات والصواريخ العابرة للقارات . وتعتبر مكملة للملاحة بالراديو أو بالأقمار الصناعية، غير أن هذه الأجهزة القصورية -وكل أجهزة تقدير الموضع- تعاني تراكم الأخطاء والانحرافات الدقيقة مع مرور الزمن . ولذلك فإن جزءا كبيرا من الجهود البحثية في مجال التوجيه والتحكم كان يوجه في الفترة الماضية إلى تحسين دقة أجهزة الملاحة والتوجيه القصورية تلك .

وعند استخدامها لتوجيه الصواريخ أو الطائرات في طلعات قصيرة، فإن هذه الأجهزة تؤدي وظيفتها بكفاءة نظرا لقصر مدة طيران الصواريخ القذفية (الباليستية)[٥] والتي قد تكون في حدود بضع دقائق، ولذلك يمكن توجيهها من لحظة الإطلاق إلى لحظة إصابة هدفها باستخدام أجهزة قصورية عالية الدقة . أما في حالة الغواصات والطائرات الإستراتيجية، وهي التي تقضي في الجو أو البحر مددا طويلة، فإن الاعتماد الكامل على الملاحة القصورية يعرضها لأخطاء كبيرة، ولذلك فلابد من ضبط أجهزة الملاحة فيها على نقاط مرجعية يتم الاتصال بها بين حين وآخر، مما قد يعرض الغواصات مثلا إلى خطر الكشف عن مكانها .

## الملاحة بالراديو

وفي العصر الحالي حتى الستينيات وبعد التقدم الكبير الذي حققته علوم الراديو واللاسلكي خلال الحرب العالمية الثانية فإن إشارات الراديو كانت الوسيلة الرئيسية للملاحة. وتقوم فكرة تحديد الموقع بالراديو على المبدأ التالي:

إذا وضعنا جهازين للإرسال في مكانين محددين بدقة عالية، وتم إرسال إشارات من كل منهما في الوقت نفسه فإن راصدا يقف بينهما يستطيع بمعرفة فارق الزمن في توقيت وصول الإشارة إليه أن يحدد موضعه هو.

هذا هو المبدأ الرئيسي الذي تقوم عليه الملاحة بالراديو. وتعتمد الملاحة بالراديو على تلقي إشارات لاسلكية مذاعة من عدة أجهزة إرسال في محطات ثابتة ومعروفة واستخدام علوم الهندسة وحساب المثلثات لحساب الموقع. ويعرف نظام الملاحة بالراديو باسم «لوران» Long Range Navigation أو نظام الملاحة طويل المدى، وقد بدأ استخدامه في المحيط الأطلنطي خلال الحرب العالمية الثانية لتحسين دقة الإصابة بالقاذفات، وكان يغطي دائرة يبلغ نصف قطرها نحو ١٢٠٠ كيلومتر بدقة نحو ١,٥ كم. وقد طبق من هذا النظام نوع يسمى لوران–سي للملاحة الجوية خلال حرب فيتنام، وكانت دقته في حدود ١٠٠ متر(٦).

## الملاحة بالأقمار الصناعية

كانت بداية الملاحة بالأقمار الصناعية في مستهل عصر الفضاء، عندما تمكن علماء معمل الفيزياء التطبيقية بجامعة جونز هوبكنز الأمريكية من تحديد مسار القمر الصناعي بدقة عالية عن طريق قياس التغير في ترددات الإشارة الواصلة منه إلى الأرض، وهو التأثير المعروف باسم «تأثير دوبلر».

ويظهر هذا التأثير عندما نقف بالقرب من شريط قطار يطلق صفارته. فعندما يكون القطار مقبلا علينا نسمع صفارة حادة (ذات تردد عال)،

وعندما يبتعد القطار عنا يتغير صوت الصفارة إلى صفارة غليظة ذات تردد منخفض. ومن الواضح أننا حتى لو أغمضنا أعيننا فسوف يمكننا معرفة ما إذا كان القطار متجها إلينا أو مبتعدا عنا، وإذا توافرت لدينا أجهزة لقياس التردد بدقة فمن السهل أن نتصور أنه بقياس التغير في تردد صفارة القطار يمكن حساب سرعته.

والأمر كذلك في تحديد مسار القمر الصناعي، غير أن المسألة تصبح أعقد قليلا حيث إنه نظرا لتغير مسار القمر وسرعته فإن تحديد المسار يحتاج إلى قياسات عديدة في مواقع مختلفة. أما إذا عكسنا المسألة وأردنا استخدام الأقمار الصناعية لتحديد موقع الراصد فإن الأمور تسير بطريقة عكسية، أي أنه إذا كانت لدينا قياسات دقيقة للإشارات مع معرفة بمسار القمر فيمكن عن طريق حسابات معينة معرفة موقعنا نحن، وهذا هو أساس نظم الملاحة باستخدام الأقمار الصناعية.

## نظام الملاحة «ترانزيت Transit»

وفي أواخر الخمسينيات وأوائل الستينيات ظهرت الغواصات النووية[٧]، وازدادت أهميتها مع تصاعد تهديدات الحرب الباردة، وكان أهم متطلب لهذه الغواصات التي تستعمل عادة أجهزة ملاحة قصورية الاختفاء لمدد طويلة تصل إلى شهور عديدة مع الاستعداد الكامل للأداء العسكري في أي وقت. ونظرا لطول المدة التي تقضيها هذه الغواصات تحت سطح الماء فإن أجهزة الملاحة القصورية بها تعاني تراكم التفاوتات والأخطاء مع طول الوقت، ولذلك تحتاج إلى إعادة ضبط. ولضبط أجهزة الملاحة لهذه الغواصات فإما أن تطفو هذه الغواصات إلى حيث تتصل بنقط مراجعة لضبط الأجهزة مما يعرضها لخطر الاكتشاف، أو أن تتحمل هذه الأخطاء خلال فترات قصيرة وما ينتج عنها من حيدة في المسار.

وفي ذلك الوقت كـانت الأقمار الصناعية قد ظهرت وظهـر معها على الفور للعلماء والمخططين الإستراتيجيين والعسكـريين الإمكـانـــات الهائلــة لهذه التكنولوجيـا الجديدة، ومن هنا ظهر أول بـرنامج للملاحة بـالأقمار الصناعية المسمى «ترانزيت»(٨).

ويعتمد نظـام «ترانزيت» على تلقـي عدة إشارات متتـالية من قمر صنـاعي خلال مروره بمجال رؤية الراصد، وبحسـاب «تأثير دوبلر» ومعرفة مسار القمر يمكن تحديـد موقع الـراصد بطريقة تشبـه فكرة صفارة القطـار. ويحتاج برنـامج ترانزيت إلى عـدة أقمار تدور حول الأرض حتى يمكن أن يكون هنـاك واحد منها في مجال الرؤية دائما. وقـد أطلق أول قمر صناعـي في نظام ترانزيـت سنة ١٩٦٠ وبدأ تشغيـل النظام عـام ١٩٦٨. وبحلول عـام ١٩٩٠ أصبح النظـام يتضمن سبعة أقمار صناعية عاملة وستة أقمار صناعية احتياطية مخزنة في المدار، وتبلغ دقة النظام من ٥٠ ـ ٢٠٠ متر، وبـذلك كان صالحا للغواصات إلا أنـه لم يكن دقيقا بشكل كاف للطائرات والصواريخ. وبدءا من القمر الرابع، كانت على كل قمر وحدة نووية لتوليد الطاقة اللازمة لتشغيل أجهزته.

وتشغل الولايات المتحدة نظام «ترانزيت» من ثلاث محطات في ولايات مين ومينسوتا وهـاواي، وهي بذلك تملـك بطبيعة الحال التحكم الكامـل فيه غير أنها أتاحته للاستخدامات المدنيـة في المساحة والصيد وأعمال البترول في عرض البحر، وسيظـل نظام ترانـزيت عامـلا حتى يتم استبـداله تماما بنظـام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System GPS.

وتثير قضية تحكم دولة ما في نظام عالمي قلقـا مفهوما في أوساط المستفيدين من هذه الخدمة، وسوف تثار هذه المشكلـة بشكل أكبر مع نظام تحديد المواقع العـالمي GPS والذي تتبناه منظمـة الطيران المدني الدولية ليكون أسـاس نظام الملاحة والمراقبـة الجوية للطيران المدني العـالمي في الحقبة القـادمة. لكـن انفراد دولة ما بالتحكـم في نظام تكنولوجي يعتمد عليه العـالم ليس إلا نتيجة طبيعية

لانفراد هذه الدولة بالإنفاق على البحوث والتطوير ومساهمة علمائها ومعاهدها البحثية فيها. ولذلك فلابد، إذا كان العرب لا يريدون أن يستبعدوا كلية من مائدة تكنولوجيات القرن الحادي والعشرين، أنا يبادروا إلى المشاركة والدخول في اتفاقيات تقنية وعلمية مشتركة -كما تفعل إسرائيل- والمساهمة في نفقات تطوير هذه التقنيات بدلا من أن يتحملوا في النهاية كمستهلكين ثمنها الكامل بالإضافة إلى أرباحها الباهظة.

ومن الواجب الإشارة إلى أن المناخ السائد في العالم حاليا يسمح بذلك، بل ويشجعه، نظرا لارتفاع تكلفة التكنولوجيا والبحث العلمي واحتياج الدول المتقدمة إلى شركاء في عمليات التطوير، وانخفاض مستوى التوتر الدولي نتيجة انتهاء الحرب الباردة. ويسود هذا النمط حاليا في عدد كبير من المشروعات العلمية والصناعية مثل محطات الفضاء و مركبات الإطلاق وحتى مشروعات طائرات الركاب العملاقة، وقد يمثل هذا الأسلوب -أسلوب المشاركة العلمية والتمويلية في الأطوار الأولى من المشروعات العلمية والتكنولوجية العملاقة- حلا معقولا لمشكلات التخلف العلمي الذي ترسخ فيه بلاد شرقنا كله والتي تؤدي إلى عزلها عن ثمار التقنيات والعلوم الحديثة وفي النهاية عزلها عن اتخاذ قرارات قد تحدد مصيرها نفسه.

## نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System GPS

يعد هذا النظام من أكثر تطبيقات الأقمار الصناعية بل من أكثر المشروعات العلمية والهندسية طموحا. ويعتمد على إطلاق شبكة من أربعة وعشرين قمرا صناعيا تدور حول الأرض في ستة مدارات مرة كل ١٢ ساعة على ارتفاع ٢٠٢٠٠ كيلو متر بحيث تغطي فيما بينها رقعة كوكب الأرض بكاملها.

ولتحديد الموقع باستخدام هذا النظام فإن الراصد يتلقى أربع إشارات من أربعة أقمار صناعية ترسل جميعها إشارات متزامنة، وبقياس وقت وصول

الإشارات الأربع يستطيع جهاز الحاسب المتصل بالراصد حساب الموقع في ثلاثة أبعاد (خط الطول وخط العرض والارتفاع)[٩]، وتصل الدقة في تحديد المواقع بوساطة نظام GPS إلى ١٠ ـ ٢٠ مترا.

والنظام بهذه الصورة يسمح بتحديد الموقع في ثلاثة أبعاد، أي أنه يصلح للطائرات والصواريخ كما أنه نظام «صامت» بمعنى أن الراصد لا يصدر إشارات تكشف عن وجوده وهو في الواقع أقرب مايكون إلى نظام محسن للملاحة بالنجوم الثابتة.

وقد بلغت تكلفة نظام GPS عشرة بلايين دولار، وهو إنفاق ضخم لا تبرره إلا الاحتياجات العسكرية لدولة كبرى مثل الولايات المتحدة. ولذلك لا يجب أن يداخلنا شك هنا في أن هذا النظام عسكري المنشأ والتطوير والتمويل، بل إن مصممي النظام في سعيهم إلى حجب القيمة العسكرية له عن المنافسين أدخلوا في الإشارات التي يطلقها القمر الصناعي إشارات متعمدة تقلل من تحديد المواقع إلا باستخدام شفرة خاصة لا تتاح للاستخدام العام. وبينما تتراوح الدقة في تحديد الموقع باستخدام الشفرة العسكرية من ١٠ ـ ٢٠ مترا فإن هذه الدقة تتضاءل في الاستخدام العام إلى ١٠٠ متر.

وكان أبرز استخدام عسكري لهذا النظام في حرب الخليج عام ١٩٩١، وإليه يرجع جزء كبير من الإبهار التقني الذي شهده العالم في تلك الحرب. وكان الاستخدام الحاسم الآخر في حرب النجوم[١٠]، والذي كان يعد عنصرا أساسيا من مكوناتها. وتمتلك روسيا نظاما مماثلا لتحديد المواقع يسمى Glonass ويحقق الأهداف نفسها تقريبا مع اختلاف في التفاصيل الفنية.

## استخدام نظم الملاحة بالأقمار الصناعية في الطيران المدني

رغم المنشأ العسكري القاطع لنظام GPS فإن هذا النظام وجد -بعد أن خرج إلى النور- آفاقا لا تحد للتطبيق المدني والتجاري. وقد شجعت الحكومة

الأمريكية هذا الاتجاه بهدف استعادة جزء من تكلفة الإنفاق على هذا البرنامج الفضائي الضخم. ويعتبر أهم التطبيقات المدنية للنظام حاليا استخدامه كنظام موحد للملاحة الجوية للطيران المدني.

وقد بدأت فكرة وضع نظام جديد للملاحة الجوية في منتصف الستينيات على أساس استخدام تكنولوجيا الأقمار الصناعية، ثم تبنت المنظمة الدولية للطيران المدني «International Civil Aviation Organization ICAO» هذه الأفكار ودعت لعقد لجنة فنية دولية لتبادل الرأي حول تكنولوجيا الفضاء، ونوقشت منجزاتها في اجتماع مؤتمر الملاحة الجوية السابع عام ١٩٦٨[١١]. وخلال سلسلة من الاجتماعات والمؤتمرات استمرت من ١٩٦٨ إلى ١٩٨٨ تم وضع الخطوط العامة للنظام الجديد الذي يعتمد على الأقمار الصناعية وتحددت متطلباته.

وحصل تطبيق نظام GPS على دفعة قوية إثر إسقاط الطائرة الكورية في الرحلة رقم ٧ في ٢٣ مايو ١٩٨٣، وما أعلن من أن الحادث كان نتيجة خطأ تسبب في خروج الطائرة عن مسارها المحدد وطيرانها -دون أن تعلم- فوق مناطق محظورة بالاتحاد السوفييتي، مما حدا بالرئيس الأمريكي ريجان أن يعلن أن الولايات المتحدة ستتيح للعالم استخدام نظامها الخاص بالملاحة الجوية وتحديد المواقع GPS.

وفي عام ١٩٩١ عرضت الولايات المتحدة على منظمة ICAO أن تستخدم هذا النظام لمدة عشر سنوات دون مقابل. وفي أعقاب العرض الأمريكي قدمت روسيا عرضا مماثلا للمجتمع الدولي باستخدام نظامها المسمى «جلوناس Glonass لمدة خمسة عشر عاما دون مقابل. ولم يكن الأمر بطبيعة الحال أن الولايات المتحدة وروسيا أصابتهما فجأة نوبة من الكرم فأصبحتا تتنافسان على تقديم خدمات مجانية للعالم، بل إن المسألة في حقيقتها موضوع اقتصادي بحت كما سوف نوضح بعد قليل.

وسواء كان الأمر أريحية أمريكية - روسية مفـاجئة أم حسابات اقتصادية دقيقة فإنه لا يمكن إغفال المزايا التي تحققها هذه التكنولوجيا الفضائية فوق نظام الملاحة والمراقبة الجوية اللاسلكية المتبع في معظم أنحاء العالم حتى الآن (١٩٩٥).

ويجب أن نوضـح هنا الفـرق بين المقصود بالملاحـة الجوية والمراقبـة الجوية والعلاقـة بينهما. أما الملاحـة الجوية فقـد أوضحنا أنها تتعلـق بتحديـد الموقع والمسار بالنسبـة لأي طائرة. وأما المراقبة الجويـة فتتعلق بحركة هـذه الطائرات في الأجواء المزدحمة من منطقـة المطار بأمان مـع الاحتفاظ بمسافات كـافية بين الطائرات، ومهمة المراقبـة الجوية في ذلك تشبه إلى حد مـا مهمة شرطي المرور مع اختلاف كبير في التقنيات المستخدمـة، وواضح أن الملاحة والمراقبة الجوية أمران مرتبطان بمعرفة مواقع وحركة الطائرات وبالتالي بنظام تحديد المواقع.

وتتم -حـاليا- المراقبة الجويـة باستخـدام اللاسكي، وتعتمـد على الحصول راداريا على موقع الطائرة وسرعتها واتجاه حركتها وإظهار ذلك على شاشات يراها المراقب الجوي الـذي يوجـه الطائرة لاسلكيا في جميـع مراحـل حركتهـا في منطقة المطار. ونتيجـة لاعتماد هذا النظـام على محطات إرسال لاسلكيـة أرضية والـدقة المحـدودة للبيانـات التـي يحصـل عليها المراقـب الجوي بـالنسبـة لموقع الطـائرة وارتفاعها واتجاه حركتها، وما قد يعترض الحصـول على هذه البيانات راداريا من مشكلات بسبب الأحـوال الجوية أو تعطل الأجهزة، وكـذلك اعتماد النظام على المراقب الجوي أو العامـل البشري المعرض للخطأ، كان لابد من وضـع مسافات آمنة بين الطائرات مما يقلل من كفاءة استخدام المجال الجوي.

أما النظام الجديـد باستخدام الأقمار الصناعيـة فسوف يحقق مزايـا عديدة نورد بعضهـا هنا. على أن هـذه المزايا كلهـا لا تتحقق بنظـامي تحديـد المواقع GPS الأمـريكـي ومثيلـه Glonass الروسي وحـدهما، بل بتكاملها مـع نظم الاتصال بـالأقمار الصناعية أيضـا والتي سنتحـدث عنها بالتفصيـل في فصل قادم. وتتلخص هذه المزايا في:

١- تحديد موقع الطائرة وارتفاعها بدقة وبصورة مستمرة.

٢- نقل البيانات الخاصة بالطائرة آليا إلى أبراج المراقبة.

٣- إتاحة إمكان الاتصال المباشر (عن طريق الأقمار) بين وحدات المراقبة والطيار.

٤- إمكان تخفيض المسافات بين الطائرات إلى حد كبير نتيجة زيادة دقة تحديد المواقع مما يحقق استيعاب الزيادة في الحركة الجوية.

٥- إمكان اتخاذ مسارات دقيقة للطائرة نظرا لإمكان تتبع الطائرة في أي مسار من القمر الصناعي، مما يحقق وفرا في الوقود.

٦- إتاحة الاتصال المباشر بين الطائرات ومراكزها الرئيسية على الأرض لتنسيق ومتابعة حركتها وإبلاغها بأي تعليمات مطلوبة.

٧- إتاحة معلومات كاملة للطيار عن الأحوال الجوية عن طريق الأقمار الصناعية بما يتيح له فرصة أكبر لتفادي الاضطرابات الجوية.

٨- المساعدة على عمليات الهبوط الآلي في الأجواء الصعبة نتيجة تحسين دقة تحديد المواقع.

٩- إتاحة الاتصال بين ركاب الطائرة والأرض وما يعنيه ذلك من راحة لرجل الأعمال والمسافر العادي.

ومن الواضح إذن أن هناك مزايا حقيقية من جهة الأمان وكفاءة التشغيل والاقتصاد وراحة الراكب في استخدام الأقمار الصناعية في الملاحة المدنية. غير أنه كل شيء في الوجود، ليس ثمة خير مطلق أو فائدة دون ثمن أو -كما يقول الغربيون- ليس هناك وجبات مجانية، وقد قابل بعض المراقبين عرض الولايات المتحدة ومن بعده عرض روسيا لاستخدام نظاميهما للملاحة بالأقمار الصناعية واللذين أنفقتا عليهما مايقارب عشرين بليون دولار، من قبل ١٨٣ دولة في العالم لمدة عشر أو خمس عشرة سنة قابلوه بقدر من التشكك والارتياب.

ومن السهل فهم أسباب هذا الشعور. فإن الولايات المتحدة تلجأ دائما لأسلوب تكوين العادة في تسويق منتجاتها. وهي هنا تعمل بالأسلوب نفسه وإن كان ذلك -هذه المرة- تكوين للعادة على نطاق غير مسبوق! أما روسيا فلا تريد أن تترك المجال للولايات المتحدة وتبقى هي لتتحمل العبء المالي الهائل لأربعة عشر قمرا صناعيا تجوب العالم بحثا عن صواريخ لم يعد من المحتمل أن تطلق. وعشر سنوات في عمر نظام كهذا ليست زمنا بعيدا لتعود الدولتان إلى فرض رسوم لا يحددها إلا هما وتضمن لهما تعويض المبالغ الطائلة التي كلفها النظام مع ربح لا بأس به. وعلى كل حال أليس هذا ما تفعله شركات الصابون أو معجون الأسنان التي تخفض منتجاتها إلى حد كبير حتى تطرد المنافسة وعند ذلك تفاجأ بأن المعاجين قد ارتفع سعرها. أو مثل شركات أمواس الحلاقة التي تهدي ماكينات غالية للحلاقة مجانا. لكن أمواس الحلاقة بعد نفاد الدفعة الأولى ليست بالمجان ولا حتى بسعر معقول.

كيف يطبق هذا في حالتنا هذه؛ عندما عرضت الولايات المتحدة استخدام النظام لمدة عشر سنوات وضعت شرطا يسمح لها بإيقاف استخدام النظام في أي وقت قبل نهاية عشر السنوات. ولكنها، وبعد مفاوضات مع منظمة الطيران المدني الدولية، عادت وأعطت تعهدا يلزمها بإعطاء مهلة ست سنوات قبل إنهاء تقديم الخدمة. ويقول المسؤولون الأمريكيون في وزارة الدفاع إن مسؤولية اتخاذ قرار إنهاء هذه الخدمة من حق الرئيس الأمريكي فقط، لكنهم يعترفون بأنه بحكم أن هذا النظام قد صمم لأغراض عسكرية فعلى الولايات المتحدة أن تفاضل بين متطلباتها الأمنية المعقدة واحتياجات الطيران المدني(١٢). وتحتاج معالجة مثل هذا التوازن بين مصالح دولة كبرى كالولايات المتحدة ومصالح بقية العالم إلى نوع من المفاوضة الجماعية على نطاق كوني، وهو الدور الذي تقوم به بالفعل المنظمة الدولية للطيران المدني ICAO ومقرها مدينة مونتريال بكندا.

## استخدام الأقمار الصناعية في الإغاثة

من أبرز استخدامات نظم تحديد المواقـع التي تستحق الإشادة استخدامها في أغراض الإغاثة. وكما نعلم تتم عمليات الإغـاثة لضحايا الكوارث الطبيعية حاليا بمسـح المناطق المعرضة بـالعين المجردة بوساطـة الطائرات أو السفن إذا كان الحادث بحريا وعادة ما يكون عامـل الوقت في غير صالح الضحايا وفرق البحث. وفي حـالة استخـدام الأقمار الصناعيـة فإن عمليـة الإنقاذ تتـم عن طريـق إرسال إشـارات استغاثة يلتقطهـا القمر الصناعـي ويعيد إرسـالها مع تحديد الموقـع. وتفيد هذه الطريقـة في حالات الإغاثـة في المناطق النائيـة مثل ضحايـا الانهيارات الجليدية والمفقـودين في البحر، ويلـزم في هذه الحالات أن يكون الشخص المفقود مزودا بجهاز لالتقاط إشارات القمر الصناعي وإرسال إشارات الاستغاثة.

ومـن أمثلـة استخدام الأقمار الصنـاعيـة في الإغـاثـة العثور على الـزعيـم الفلسطيني ياسر عرفات بوساطة الأقمار الصنـاعية بعد سقوط طائرته في فبراير ١٩٩٣. غير أن ذلـك لم يتم بـوساطـة أقمار تحديد المواقـع وإنما استخدم فيـه المسح البصري بأقمار الاستطلاع.

ويعطي الخبر التالي مثالا جيدا لانتقال استخدام الأقمار الصناعية إلى مجال التطبيقات المدنية.

## الرؤية بوساطة أقمار تحديد المواقع

- دليل فضائي ناطق لفاقدي البصر (١٣)

«المكتبـة عـن يمينـك.. المكتبـة عـن يمينـك.. هنـا المتحـف.. هنـا المتحف.. هنا المدخل.. هنا المدخل». هذه الأصوات التي تدل فاقد البصر على طريقـه تصدر عـن كمبيوتـر محمول على ظهـره ومتصل بـبوصلة فضـائية تهتدي بالأقمار الصناعية الخاصة بتحديد المواقع. وابتكر الجهاز شخص فاقد

البصر هو الدكتور راينالد غوليج في جامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا في الولايات المتحدة، ويستخدمه الآن في تجارب للتنقل داخل المدينة الجامعية. يستخدم الجهاز خريطة كمبيوترية متصلة به ويقيم بوساطة الإشارات الصادرة عن أقمار تحديد المواقع نوعا من الخريطة الناطقة تعلن فيها البنايات والشوارع عن نفسها وتحدد مواقعها. ويحدد البعد عن الموقع والاتجاه بوساطة درجة ارتفاع أو انخفاض الصوت الذي تميزه أذن فاقد البصر مرهفة الحس عادة.

ويعتمد الجهاز على إشارات ثلاثية تصدر آنيا عن أربعة أقمار لتحدد موقع الشخص بدقة. ويمكن بذلك إرسال إشارات محسوبة على أساس المسافة التي تفصله عن البناية أو الطريق.

هذا مثال تفصيلي لأحد الاستخدامات المفيدة والواقعية لأحد الأنظمة الفضائية المعقدة. ولن تمر سنوات حتى يكون هذا الجهاز، الذي يتوقع أن يكون حجمه في حجم جهاز الراديو الصغير، في يد كل فاقد للبصر. ولا يفوتنا هنا أن نتأمل بساطة الفكرة. فالواقع أن فكرة هذا الجهاز مبنية على لعبة يلعبها الأطفال عندنا، حيث يعصبون عيون أحدهم ويقودونه بتصفيقهم الذي يعلو ويهبط حسب اقترابه من الهدف. ولعل هذا المثال يوضح أن أفكار الاختراعات عظيمة التأثير ليست بعيدة المنال، إلا أن أمر تنفيذها وإخراجها إلى حيز الوجود يتطلب مناخا علميا متكاملا تتاح فيه المعلومات بحرية وتشحذ فيه الأفكار وتقدم فيه المؤسسات المساندة للمبتكرين. وهذا يقودنا بتداعي الأفكار إلى السؤال المهم: لماذا تخلفنا نحن العرب عن ركب هذا التقدم العلمي العالمي؟ إنه موضوع سوف نتطرق إليه في الباب السابع عشر الذي يتحدث عن العرب وعصر الفضاء.

## هوامش ومراجع الباب الثاني عشر

(١) تمنح الجمعية الأمريكية للطيران جائزتها السنوية منذ عام ١٩١٢ «لأعظم إنجاز في علوم الطيران والفضاء في أمريكا . تكون قيمته قد ثبتت في الاستخدام الفعلي خلال العام المنصرم» .

(٢) «العلوم عند العرب» قدري حافظ طوقان، الفصل الخامس، دار اقرأ للنشر والتوزيع والطباعة .

(٣) المرجع السابق.

(٤) جيمس بيرك «عندما تغير العالم» (ص ٥٤) ترجمة ليلى الجبالي، عالم المعرفة، ١٨٥ .

(٥) يطلق اسم الصواريخ القذفية أو الباليستية Ballistic على الصواريخ التي تقطع عنها القوة الدافعة خلال المرحلة الأخيرة من طيرانها وبذلك تطير في تلك المرحلة كأنها مقذوف حر.

(٦) مجلة IEEE Spectrum عدد ديسمبر ١٩٩٣ .

(٧) الغواصات النووية غواصات تسير بالطاقة الذرية ولا تحتاج إلى التزود بالوقود، ولذلك يمكنها البقاء مددا طويلة تحت سطح البحر فيصعب اكتشافها. وتشكل الغواصات النووية أحد الأعمدة الثلاثة لما كان يسمى مثلث الردع النووي وهو: القاذفات الإستراتيجية الحاملة لقنابل ذرية والغواصات النووية والصواريخ عابرة القارات ذات الرؤوس النووية Intercontinental Ballistic Missiles ICBM .

(٨) لاحظ هنا البداية العسكرية الخالصة لهذا التطبيق.

(٩) يقوم الجهاز في الواقع بإيجاد أربعة مجاهيل: ثلاثة منها هي إحداثيات المواقع الثلاث، أما المجهول الرابع فهو الخطأ أو الانحياز في ساعة الراصد والتي تحتاج مبدئيا إلى ضبطها على ساعة القمر الصناعي بمجرد إتمام الاتصال.

(١٠) حرب النجوم Star Wars وهو الاسم الذائع لما كان يسمى بـ «مبادرة الدفاع الإستراتيجي Strategic Defence Initiative SDI» هي الحرب الأولى في التاريخ التي كان من المفترض أن تعتمد اعتمادا شبه كامل على تكنولوجيات الفضاء. وقد اقترح هذه المبادرة الرئيس الأمريكي ريجان وتم إلغاؤها في مايو ١٩٩٣ في عهد الرئيس كلينتو ن.

(١١) «النظام العالمي الجديد للمراقبة» ـ مهندس ممدوح محمد زكي الدين. مجلة الطيران المدني السعودية، العدد السادس عشر.

(١٢) «خطوة أخرى على طريق الملاحة الجوية الشاملة بالأقمار الصناعية» مجلة الطيران العربي، السنة الثالثة، العدد الثاني (أبريل ـ يونيو ١٩٩٤) دار القارئ العربي، مصر.

(١٣) جريدة الحياة اللندنية، ١٢ سبتمبر ١٩٩٤ .

الباب الثالث عشر

# أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني

*يعتبر استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات أول ثورة حقيقية تتم في هذا المجال منذ أرسل ألكسندر جراهام بل إشارته التليفونية الشهيرة إلى مساعده وطسون في عام ١٨٧٦ : «وطسون . . تعال إنني أحتاج إليك» .*

كان هذا هو العصر الذهبي لعلم الفيزياء، وقد بدأ الكون يفتح كتاب أسراره للإنسان الذي كان قد حقق إنجازات كبيرة في فهم العالم من حوله. كان ماكسويل[١] قد صاغ معادلاته الشهيرة وتوصل إلى أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء. وفي عام ١٨٨٧ التقط هرتز[٢] هذه الموجات، وكان من الآثار البعيدة لهذه الموجة من الاكتشافات إنشاء شبكات التليفونات وأولاها شبكة التليفونات في الولايات المتحدة في بدايات هذا القرن وانتشار الخدمة التليفونية بعد ذلك في العالم كله.

و يتم نقل الاتصالات التليفونية عادة عن طريق شبكة للمسافات الطويلة وأخرى محلية. أما الشبكة المحلية فهي عادة شبكة سلكية تقوم بمد أسلاكها شركة التليفونات المحلية، وتنقل عن طريقها المكالمات المحلية. أما المشكلة الحقيقية فكانت في الاتصالات بعيدة المدى، إذ كانت العقبة التي وقفت طويلا في وجه تقدم الاتصالات في العالم هي عدم إمكان ربط العالم كله بشبكة تليفونات سلكية عبر المحيطات والصحاري والجبال، وبعض هذه المناطق يصعب عبورها أصلا فضلا على مد شبكات من أي نوع فيها.

وفي عام ١٩٥٦ بدأ تشغيل كابل هاتفي عبر المحيط الأطلنطي، وفي عام ١٩٦٤ مد كابل هاتفي آخر عبر المحيط الهادي. ورغم أن الاتصالات الهاتفية تتم بكفاءة عبر الكابلات الممدودة تحت المياه فإن عيوب هذه الكابلات تكمن

في التكلفة الباهظة والعدد المحدود من القنوات التي يمكن تشغيلها في وقت واحد. وبالإضافة إلى الكابلات البحرية فقد كان نقل الاتصالات التليفونية عبر المحيط حتى منتصف الستينيات يتم عن طريق موجات الراديو عالية التردد (High Frequency) والتي كانت تنتج اتصالات متقطعة غير واضحة ولا يمكن الاعتماد عليها.

أما على الأرض فقد اعتمدت الاتصالات بعيدة المدى على مد سلسلة من الأبراج العالية التي تبعد عن بعضها مسافات تتراوح بين خمسين ومائة كيلو متر بحيث تكون في مجال الرؤية المباشرة من بعضها البعض ومزودة بهوائيات استقبال ضخمة وأجهزة إرسال، ويتم نقل الإشارات بموجات الراديو بين هذه الأبراج بالتتابع حتى تصل إلى غايتها.

وتظل هذه التقنية مناسبة مادمنا على الأرض في مناطق يمكن إنشاء هذه الأبراج فيها. وإذا نظرنا إلى القمر الصناعي باعتباره منصة استقبال شاهقة الارتفاع فيمكن تصور إمكان استخدامها في استقبال وإعادة إرسال هذه الإشارات، ويرجع أول تنبه إلى إمكان استخدام الأقمار الصناعية كأبراج شاهقة الارتفاع لاستقبال وإعادة إرسال الإشارات إلى آرثر كلارك[٣] الذي يعد الرائد الأول للاتصالات عبر الفضاء.

وقد عبر كلارك عن رأيه هذا في مقال عام ١٩٤٥ نشر في مجلة «عالم اللاسلكي» وتنبأ فيه بإمكان وضع أقمار صناعية في مدارات متزامنة مع حركة الأرض بحيث يبدو القمر نتيجة دورانه بسرعة دوران الأرض نفسها وفي اتجاهها نفسه وكأنه ساكن بالنسبة لبقعة معينة على سطح الكرة الأرضية، ومن ثم يمكن استخدامه منصة لاستقبال وإرسال الإشارات. وحسب كلارك ارتفاع المدار المطلوب لهذا الغرض وهو ٣٥٨٠٠ كيلو متر فوق سطح الأرض، كما أوضح أنه نظرا للارتفاع الكبير للقمر الصناعي فإن ثلاثة أقمار فقط سوف تكفي لتغطية الكرة الأرضية بأكملها.

غير أن هناك بطبيعة الحال مسافة كبيرة بين طرح الفكرة النظرية وتحولها إلى تقنية مطبقة، وفي حالتنا هذه فإن فكرة كلارك لم تأخذ طريقها إلى التنفيذ الفعلي إلا بعد نحو عشرين عاما عندما تطورت صناعة القاذفات بالقدر الذي يسمح بوضع أقمار صناعية في هذا المدار البعيد.

ومنذ منتصف الستينيات -عندما بدأ وضع أول قمر صناعي للاتصالات في مدار قريب من الأرض- إلى منتصف التسعينيات، فإن تكنولوجيا الاتصال عبر الأقمار الصناعية أصبحت عنصرا متضمنا في كل مظاهر الحياة العصرية من البث التليفزيوني اللحظي عبر شبكات الأخبار العالمية مثل CNN والقنوات الفضائية العربية والغربية، والاتصالات التليفونية عبر المسافات الطويلة والتي انخفض سعرها وتيسرت وسائلها وتحسنت دقتها بشكل كبير، إلى عقد المؤتمرات التليفزيونية عبر القارات.

ومن أحدث تطبيقات هذا المجال استخدام الأقمار الصناعية في الاتصال من الطائرة عبر الولايات المتحدة مثلا بأي تليفون في القارة، ولا يتكلف هذا الاتصال -والذي يتم باستخدام بطاقة ائتمان عادية- أكثر من عشرة دولارات للدقائق الثلاث، ومن المؤكد أن هذه التكلفة ستنخفض بشكل كبير كلما شاع استخدام هذه التقنية. كما أن أحد التطبيقات المهمة إجراء العمليات الجراحية باستخدام التليفزيون والقمر الصناعي لنقل صورة المريض وبياناته الصحية ولحظيا وبصورة مستمرة إلى الجراح الموجه والموجود في قارة أخرى على سبيل المثال.

وفي الواقع أننا يمكننا أن نستطرد في سرد التطبيقات التي تستخدم فيها هذه التقنية، غير أن النقطة التي تعنينا هنا هي أننا قد تعدينا مرحلة الحديث عن أهمية وإمكانات هذه التقنيات، ووصلنا إلى المرحلة التي أصبحت تعنينا فيها الآثار الاجتماعية والثقافية لها وإمكان تطويعها.

## مراحل تطور تقنية أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني

عندما تظهر أي تقنية رئيسية جديدة مثل السيارة أو التليفزيون أو الحاسب الإلكتروني أو الأقمار الصناعية فإنها تمر بثلاث مراحل.

### المرحلة الأولى:

هي المرحلة الفنية Technical Stage، وهي المرحلة التي يتم فيها تثبيت الأسس العلمية والفنية لهذه التقنية والتثبت من فروضها وإمكاناتها، وحل المشكلات التقنية التي تواجهها والاختيار بين البدائل الفنية المتعددة المتاحة للتنفيذ، وعادة ما تتم هذه المرحلة داخل مراكز البحوث والجامعات، ولا يكون هناك تصور كامل في هذه المرحلة لاستخدامات وتطبيقات هذه التقنية.

### المرحلة الثانية:

وهي المرحلة التجارية Commercial Stage، وفيها يكون قد اتضحت إمكانات هذه التقنية ويظهر مستثمرون وشركات يرغبون في تطويرها والإنفاق عليها، ويبدأ البحث عن استخدامات جديدة والتسويق لها، وتنتشر التقنية على مستوى العالم وينخفض سعرها.

### المرحلة الثالثة:

وهي المرحلة الاجتماعية والثقافية Social and Cultural Stage، وفيها يتسع نطاق استخدام التقنية الجديدة في المجتمع فلا تصبح قاصرة على نخبة متميزة، وتبدأ هذه التقنية في إحداث تأثيرها في المجتمع وتصبح جزءا من نسيجه متأثرة ومؤثرة فيه، وتبدأ بعض الآثار الجانبية في الظهور ويدور حوار حول الآثار الاجتماعية والثقافية للتقنية الجديدة وكيف يتم استيعابها في المجتمع.

وحدث هـذا مع التليفزيون الـذي أصبح الآن المستهلك الأول للـوقت بما يبثه من برامـج جيدة وأخرى ليست كذلك، وتغير وقت العمـل حول مواعيد التليفزيون؛ ففـي الولايات المتحدة تـؤخذ القرارات السياسيـة بحيث تذاع في وقـت إذاعة أخبـار الساعـة السـادسة، وفي مصر تفـرغ الشوارع المزدحمة مـن روادها في وقت إذاعة مباراة كرة القدم وقـد يستمر هذا لمدة شهر كامل في وقت إقامة مباريات كأس العالم.

و قد تخطى التليفزيون المرحلة التجارية فهو متاح لكل أسرة تقريبا ويحرص كل زوجين جديدين على اقتنائه، لكننا مازلنا في المرحلة الاجتماعية الثقافية من تطوره حيث مازالت المناقشات تحتـدم حول دور التليفزيون في التثقيف، وهل يستطيـع أن يحل محل الكتاب، ويبـدو أن النقاش حـول هـذه النقطة سـوف يستغرق أعوامـا عديدة أخرى حتـى يستطيع التليفزيون أن يخرج علينـا بحلول للمشكلات التي خلقها.

وكذلك الشأن بـالنسبة للحواسب، فمازال الحديث عن آثـارها الاجتماعية في الدول النامية مبكرا.

في ضوء هـذه المراحل الثـلاث نستطيع إذن أن نقســم تطور استخـدام الأقمار الصناعيـة في الاتصالات والبـث المباشر إلى مراحـل مماثلـة ونتعرف ملامح كل مرحلة، وقد يمكننـا عندئذ استقراء المستقبل قياسا على تجارب الماضي والحاضر.

## المرحلة الفنية: البدايات الأولى

ذكـرنـا أن استخـدام الأقمار الصنـاعيــة في الاتصـالات والبـث الإذاعـي والتليفزيـوني -والمبادئ الهندسيـة لهما واحدة- يـرجع إلى العالم البريطـاني آرثر كلارك الذي نشر في عام ١٩٤٥ مقالا ذكر فيـه إمكان إطلاق قمر صناعي إلى مدار محدد[٤]، سمي بمدار كلارك، بحيث يبدو ثابتا بالنسبة إلى منطقة معينة

على سطح الأرض، ويمكن في هذه الحالة استخدامه برجا عاكسا لنقل الإشارات من مكان إلى آخر على سطح الأرض.

ولم يبدأ التفكير في هذه الفكرة جديا بطبيعة الحال إلا بعد أن أصبح عصر الفضاء حقيقة واقعة في نهاية الخمسينيات.

غير أن أول قمر صناعي أطلق خصيصا للاتصالات لم تكن تقوم فكرة على فكرة كلارك، بل كان بالونا قطره ثلاثون مترا مغطى بطلاء من الألومنيوم وهو القمر الصناعي الأمريكي «إيكو ECHO» والذي أطلق في ١٣ أغسطس ١٩٦٠ إلى مدار منخفض حول الأرض، واستخدم لعدة سنوات عاكسا للإشارات في تجارب الاتصالات الفضائية. ولا ينتمي هذا القمر إلى تقنيات الأقمار الصناعية التي أطلقت بعد ذلك إذ إنه يعد من طراز الأقمار العاكسة «السلبية passive» إذ يقتصر عمله على عكس الإشارات الواصلة إليه دون إجراء أي تعديل عليها، بينما تستقبل الأقمار الفاعلة (active) الإشارات وتغير تردداتها ثم تقوم بإعادة إرسالها.

وفي ديسمبر ١٩٦١ أطلق أول قمر فاعل لأغراض الاتصال وهو القمر OSCAR-1، ثم أطلق القمر «تليستار» في عام ١٩٦٢، وكان أول قمر للاتصالات بمعناها الشامل إذ حقق نقل ١٠٠٠ قناة تلفزيونية، وقناتين تليفزيونيتين وإذاعات لاسلكية وصلت إلى بعد ٩٠٠٠ كيلومتر، غير أن تليستار لم يكن قمرا ثابتا بل كان يدور في مدار منخفض حول الأرض بسرعة كبيرة وبذلك كانت فترة إرساله لا تتعدى الدقائق التي يكون فيها فوق منطقة معينة.

ولم تتحقق التقنية التي اقترحها كلارك بإرسال قمر إلى مدار مرتفع «متزامن» Synchronous حيث تكون حركته مواكبة لحركة الأرض وبسرعتها نفسها فيبدو كأنه معلق فوق منطقة معينة، إلا في عام ١٩٦٣ عندما أطلقت الولايات المتحدة سلسلة أقمار Syncom واستخدم القمر Syncom-2 لاختبار تقنيات

الاتصال عبر الأقمار الصناعية في المدار الثابت، أما القمر الثالث من السلسلة فأظهر بطريقة حاسمة إمكانات هذه التقنية إذ نقلت عن طريقه على الهواء أحداث دورة طوكيو الأولمبية في عام ١٩٦٤.

وفي الاتحاد السوفييتي كان البحث جاريا في الاتجاه نفسه. وفي عام ١٩٦٥ أطلق الاتحاد السوفييتي أول قمر لأغراض الاتصال وهو القمر مولنيا-١. وبذلك أصبح الاتصال عن طريق الأقمار الصناعية حقيقة واقعة وبدأ البحث في تطبيقاته التجارية.

## المرحلة التجارية: نظم الاتصالات الدولية

كان لابد لنجاح نظم الاتصالات أن تنشأ من البداية على أساس عالمي، وكانت الولايات المتحدة في عام ١٩٦٢ بعد نجاح المحاولات الأولى لاستخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات وإدراكا منها للمجال الواسع لهذه التقنية قد أنشأت هيئة متخصصة لأقمار الاتصالات هي Communications Satellites Corporation «كومسات» بهدف الاشتراك في إنشاء نظام عالمي للاتصالات بتعاون دولي. وولد هذا النظام وهو نظام إنتلسات في عام ١٩٦٤، عندما وقعت إحدى عشرة دولة على اتفاقية لإنشاء ماسمي باللجنة المؤقتة لأقمار الاتصالات Interim Communications Satellites Committee. لكن التعاون الدولي في مجال الاستخدام السلمي للفضاء خطا خطوة كبيرة بإنشاء المنظمة الدولية للاتصالات الفضائية «إنتلسات».

## إنتلسات: المنظمة الدولية للاتصالات الفضائية

في الواقع لا يمكن الحديث عن الاستخدامات السلمية للفضاء الخارجي دون الحديث عن منظمة «إنتلسات» للاتصالات الفضائية، والتي تمثل نموذجا فريدا في التعاون الدولي لاستخدام التكنولوجيا المتقدمة لصالح الإنسان. ففي عام

١٩٦٩ وقـع اتفاق إقـامـة الاتحاد الدولي لـلاتصـالات الفضائيـة International Telecommunications Satellite Consortium، واتخذ الاتحاد واشنطـن مقـرا له. وفي عام ١٩٧١ وبعد عدة مؤتمرات دولية أنشئـت المنظمة الدولية للاتصالات الفضـــائيــة (إنتلســـات) International Telecommunications Satellite Organization وبدأت العمل كمنظمة دولية في عام ١٩٧٣(٥).

وكان أول قمر تابع لمنظمة إنتلسات هو القمر الصناعي Intelsat-1 الذي عرف باسم «الطائر المبكر Early Bird» والذي أطلقته «ناسا» في عام ١٩٦٥ وكان يعمـل فوق المحيط الأطلنطي، وقـد احتوى على ٢٤٠ قناة لـلاتصالات الهاتفية. وتمت تغطية المحيط الهادي في ١٩٦٧ بـوساطة القمر Intelsat II. وعندما تمت تغطية المحيط الهندي بالقمر Intelsat III في يوليو ١٩٦٩ أصبح إنتلسات نظاما عالميا بالفعل.

وقد شجـع نظام منظمـة إنتلسات عـديدا مـن الدول على الانضمام إليهـا والاستفادة من خدماتها. وبلغ عـدد الأعضاء منظمة إنتلسات في ١٩٩٠ مائة وتسع عشرة دولة بينما يـزيد عدد الدول المستفيدة مـن النظام على مائة وخمسين دولة. ومن ناحيـة أخرى فقد ساعدت منظمة إنتلسـات على تحسين خدمات الاتصالات الفضائيـة الدولية بشكل مـذهل، فقد زادت من كفـاءة خدمات البرق والهاتف والنقل التليفزيوني وأصبح من الممكـن الاتصال في ثوان بأماكن في العـالم كان الـوصول إليهـا يكاد يكـون مستحيلا، كما أصبـح نقل الأخبـار والأحداث الرياضية مظهرا من مظاهر الحياة اليومية(٦).

وعلى مدى السنـوات منذ إنشاء نظام إنتلسـات زادت طاقة أقماره الصنـاعية بشكل كبير فبينما كان «الطائر المبكر» أول أقمار إنتلسـات يوفر ٢٤٠ دائرة هاتفية فإن إنتلسات-٦ يوفـر ٢٤ ألف دائرة هاتفية بالإضافـة إلى قناتين تليفزيونيتين. وأدى هذا التطور إلى خفض تكلفة الاتصالات الدولية بشكل كبير.

## الاستخدامات المحلية لنظام إنتلسات[٧]

لم يقتصر دور «إنتلسات» على الاتصالات الدولية والبث التليفزيوني عبر القارات والمحيطات، بل إنها تلعب دورا مهما في تسهيل الاتصالات الداخلية في عدد من الدول خاصة تلك التي تفرض طبيعتها صعوبة خاصة في الاتصال بالطرق التقليدية. ومن أهم هذه الدول التي استفادت بخدمات «إنتلسات» إندونيسيا التي تتكون من أرخبيل من الجزر المتناثرة يحتوي على ١٣,٧٠٠ جزيرة، والصين والهند كذلك، ومن الدول العربية الجزائر والسعودية التي تغطي أراضيهما مساحات شاسعة تبلغ مليوني كيلومتر مربع في حالة الجزائر ومليونين ومائتي ألف كيلو متر مربع في حالة السعودية.

وتتم الاستفادة من «إنتلسات» في مثل هذه الحالة عن طريق استئجار قناة قمرية على أحد الأقمار الاحتياطية، وتخصص هذه القناة للاتصالات المحلية والتغطية التليفزيونية للدولة المستأجرة. ويستفيد عدد كبير من الدول (تجاوز الستين دولة في عام ١٩٩٠) من نظام استئجار القنوات في «إنتلسات» حيث إن إيجار هذه القنوات وهو نحو ٨٠٠ ألف دولار في العام يعد زهيدا نسبيا بالنسبة للخدمات التي يقدمها.

ومن الدول العربية التي تستأجر قنوات في «إنتلسات» بالإضافة إلى الجزائر والسعودية ليبيا والسودان وعمان والمغرب. وكانت الجزائر أول دولة في العالم تستأجر مثل هذه القنوات للاستخدام الداخلي، وكان العامل الأساسي لاستخدامها الفضاء في التغطية التليفزيونية هو تبعثر السكان في مساحة البلاد الشاسعة التي تمثل الصحاري أربعة أخماسها إلى جانب وجود الجبال في مواقع عديدة مما يمثل صعوبة في مد شبكات الاتصال التقليدية.

وتعد السعودية أكبر دولة مستأجرة لقنوات «إنتلسات» على مستوى العالم، ويرجع ذلك إلى طبيعة التوزيع السكاني والذي يتمثل في تجمعات صغيرة في مناطق متناثرة ومتباعدة.

وفي حالـة الاعتماد المكثف على قنوات التغطية التليفـزيونية المستأجـرة فإن المقارنة تكون بين استئجار قنوات على أقمار «إنتلسـات» أو القيام بإطلاق قمر صناعي خاص بـالدولة بما يتطلبه ذلك من اعتمادات مـالية كبيرة. وفي حالتي الجزائر والسعودية فقـد تمت دراسة إمكان إطلاق قمر صنـاعي خاص غير أن الدراسة الاقتصادية أدت إلى تأجيل المشروع.

## المنظمة الدولية للاتصالات البحرية «إنمارسات»

إذا كانت الاتصالات الفضائية عن طريق الأقمار تؤدي إلى تسهيل وتحسين خـدمة الاتصـالات، وتـوسيع نطـاقها على الأرض، فـإنها بـالنسبة للسفـن، والناقلات، ومنصات البترول البحريـة تمثل ضرورة لا يمكن الاستغناء عنها. ولذلك برزت في عـام ١٩٧٥ فكرة إنشاء المنظمة الدولية لـلاتصالات البحرية بـوساطـة الأقمار الصناعيـة «إنمارسـات»، وتم إنشـاء المنظمة في عـام ١٩٧٩ بعضويـة عدد مـن الدول البحـرية الـرئيسية. وكـان أكبر المؤسسين الولايـات المتحدة ٣٧, ٢٣٪ والاتحاد السـوفييتي ٠٩, ١٤٪ والمملكـة المتحدة ٨٩, ٩٪ والنرويج ٨٨, ٧٪ واليابان ٧٪.

وتم استكمال الجيل الأول من شبكة «إنمارسات» في عام ١٩٨٥ باستخدام الأقمار الأوروبيـــــة Marecs A,B لتغطـــي المحيطين الأطلنطـــي والهادي وباستخدام شبكة إنتلسات لتغطي الاتصـالات البحرية فوق المحيط الهندي. وفي عام ١٩٨٧ بلغ عدد الدول الأعضاء ٤٨ دولة وبلغ عدد السفن والمنصات المستفيدة مـن خدمـات «إنمارسات» أكثـر من خمسـة آلاف من إجمالي السفـن والناقلات التي تبلغ حمولتها أكثر من ١٠٠ طن.

وتتطلب الاستفادة مـن شبكة «إنمارسات» تزويد السفينـة أو الناقلة أو المنصة البحرية بمحطة استقبال صغيرة يصل ثمنها إلى نحو ٢٥ ألف دولار وتحصل السفينة أو منصة البترول عن طريقهـا على اتصالات تليفونية عالية

الجودة تمكنها من إجراء جميع عملياتها واتصالاتها لأغراض العمل والاتصال الشخصي، وفي حالات الطوارئ لأغراض الإسعاف والإنقاذ كما لو كانت على الأرض.

وبلغ عدد الدول الأعضاء في «إنمارسات» حتى ١٩٩٥ ٧٤ دولة، كما امتدت خدماتها لليخوت والمراكب الخاصة، وكان أهم تطور في خدماتها هو امتدادها في عام ١٩٩٠ إلى الطيران المدني حيث أصبحت تمد الطائرات في الجو بخدمات التليفون والفاكس وغيرها.

## الأنظمة الإقليمية للاتصالات والبث التليفزيوني

مع تقدم الأقمار الصناعية وتطوير قدرات الإطلاق لدى عدد من الدول خارج الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي ظهرت الحاجة إلى شبكات اتصالات إقليمية مستقلة عن «إنتلسات». وفي البداية عارضت منظمة «إنتلسات» والتي تشمل في عضويتها مجموعات إقليمية عديدة هذا الاتجاه بشدة. لكن هذا الاتجاه لم يكن من الممكن مقاومته إذ كان مدعما بالرغبة في الاستقلال السياسي والتكنولوجي الذي تكفله شبكات الأقمار الصناعية الإقليمية. ووسط اتهامات بالرغبة في الاحتكار والسيطرة برزت عدة منظمات إقليمية للاتصال الفضائي، ففي عام ١٩٧٠ وفي ظل وجود الاتحاد السوفييتي السابق أنشئت شبكة «إنترسبوتنيك» لربط دول الكوميكون وهي مجموعة دول أوروبا الشرقية، وتبع ذلك تكوين منظمة «يوتلسات Eutelsat» لتربط بين دول أوروبا الغربية.

وفي العالم العربي أنشئت منظمة عربسات لدعم الاتصال والتعاون في مجال الفضاء بين الدول الأعضاء، وفي عام ١٩٨٣ أطلق القمر الأندونيسي (Palaba-B) ليخدم مجموعة دول شرق آسيا.

## إنترسبوتنيك

في عام ١٩٦٨ وقعت تسع دول اشتراكية، مشروع اتفاق مبدئي لإقامة منظمة نظم وأقمار الاتصالات الدولية «إنترسبوتنيك» بهدف توفير الاتصالات وخدمات البرق والتليفون وتبادل البرامج الإذاعية والتليفزيونيةبين أعضائها. وفي عام ١٩٧١ تم توقيع الاتفاق النهائي وأودع لدى الأمم المتحدة وبلغ عدد الدول المنضمة إلى المنظمة ١٤ دولة في نهاية الثمانينيات.

وتعتمد منظمة إنترسبوتنيك على الأقمار الصناعية التي تطلقها روسيا سواء من طراز «مولنيا» في بداية إنشاء المنظمة أو من طراز «جوريزونت» Gorizont أو الأفق المتزامنة مع حركة الأرض منذ عام ١٩٧٩.

وقد تقدمت روسيا كجزء من تخطيطها لهذه الشبكة، في عام ١٩٧٦ إلى «اللجنة الدولية لتسجيل الترددات» وهي الهيئة المسؤولة عن توزيع نطاقات الترددات الإذاعية والتليفزيونية لحجز عشرة مواقع لأقمارها على المدار «الثابت» أو المتزامن مع حركة الأرض Geostationary Orbit. ومن هذه المواقع بدأت الشبكة بقمرين صناعيين هما «ستاسيونار» رقما ٤ و٥ فوق المحيطين الأطلنطي والهندي. وفي عام ١٩٨٥ أطلق الاتحاد السوفييتي القمر الصناعي كوزموس ١٧٠٠ كجزء من هذه الشبكة، وتم استبداله بعد ذلك بالقمر الصناعي كوزموس ١٩٨٧ [٨].

## المشروع الأوروبي «سيمفوني»

شهد عام ١٩٧٠ تعاونا بين فرنسا وألمانيا لتطوير شبكة أوروبية للاتصالات والبث التليفزيوني أطلق عليها اسم «سيمفوني Symphonie»، وقد بدأ المشروع بإطلاق قمرين على المدار المتزامن مع الأرض (المدار الثابت) Geostationary Orbit عند خط ١٥ طول غربا بحيث يغطيان أوروبا وأفريقيا وجزءا من أمريكا الجنوبية والساحل الشرقي لأمريكا الشمالية، وقد أطلق القمر الأول في ١٩ ديسمبر ١٩٧٤ والثاني في ٢٧ أغسطس ١٩٧٥.

واستخـدمت أقمار «سيمفـوني» في تبـادل البرامج التليفـزيـونية والإذاعيـة بين بلـدان أوروبا وكـذلك تـوسيع نطـاق الاتصال الهاتفـي. ومن نـاحية أخـرى استخدم القمـران في بث البرامج التربـوية والتجريبيـة إلى بعض بلاد أفـريقيا الناطقة بالفرنسية مثل ساحل العاج.

## المنظمة الأوروبية لأقمار الاتصالات «يوتلسات»

بعد فترة من محاولات توحيد الجهـود الأوروبية في مجال اتصالات الفضاء، أنشئت في عام ١٩٧٧ المنظمة الأوروبية لأقمار الاتصالات EUTELSAT، والتـي ضمت ستـا وعشريـن دولة (جميـع دول أوروبـا الغربيـة بـالإضافـة إلى يوغسلافيا) ووقعت الاتفاقية الدائمة لها في عام ١٩٨٥، وكان أكبر المساهمين المملكة المتحدة وفـرنسا (١٦,٤٪ لكل منهما)، وإيطاليـا ١١,٤٨٪، وألمانيا ١٠,٨٢٪. وفي عام ١٩٩٤ شملت العضـوية بالإضافة إلى الـدول السابقة، دول أوروبا الوسطى والشرقية وبلغ عدد الأعضاء اثنتين وأربعين دولة.

وفي المرحلة التجريبية تـم إطلاق القمر الأوروبي OTS أو «قمر الاختبـار المداري» Orbital Test Satellite والذي استخـدم في الاتصالات الهاتفيـة التقليدية بالإضافة إلى تبادل برامج التليفزيون بين دول أوروبا. وبدأت المرحلة التجارية في ١٩٨٣ عندما أطلـق أول أقمار الجيل الأول «يوتلسات-١ ف-١» واستكملت الشبكـة بإطلاق القمر الخامـس «يوتلسات-١ ف-٥» في يـوليو ١٩٨٨. وتشمل منظومـة «يوتلسات» حاليـا سبعة أقمار منها ثلاثـة أقمار من الجيل الأول وأربعة من الجيل الثاني.

## المنظمة العربية لأقمار الاتصالات «عربسات»

تكونـت المنظمة عـام ١٩٧٦ لمواجهة الاحتيـاجات المتزايدة لـلاتصالات الفضائية بين أعضائها وتضم واحدا وعشرين عضوا يساهمون في ميزانياتها التي كـانت ١٠٠ مليـون دولار. وكان أكبر الإسهـامات فيهـا للدول التـالية التـي

تشكل منها مجلس إدارة المنظمة : السعودية ٢,٢٦، وليبيا ٥,١٨٪، ومصر ٤,١٠٪، والكويت ٣,٨٪، والإمارات ٦,٦٪. لكن بعد اتفاقية كامب ديفيد بين مصر وإسرائيل، علقت عضوية مصر في المنظمة عام ١٩٧٩. في عام ١٩٨٤ رفعت المنظمة رأس مالها إلى ٢٠٠ مليون دولار، وتعدلت نسب إسهامات الدول كالتالي: السعودية ٦٦,٣٦٪، الكويت ٥٩,١٤٪، ليبيا ٢٨,١١٪، قطر ٨١,٩٪، الإمارات ٦٦,٤٪، الأردن ٠٥,٤٪، لبنان ٨٣,٣٪، البحرين ٤٥,٢٪، سوريا ٠٨,٢٪، العراق ٩,١٪، الجزائر ٧٢,١٪، اليمن ٦٥,١٪، مصر ٥٩,١٪، عمان ٢٣,١٪، تونس ٧٤,٠٪، المغرب ٦١,٠٪، السودان ٢٧,٠٪، موريتانيا ٢٧,٠٪، فلسطين ٢٥,٠٪، الصومال ٢٤,٠٪، جيبوتي ١٢,٠٪.

ويشمل مشروع «عربسات» جيلين من الأقمار: الجيل الأول وهو «عربسات-١» ويتكون من أربعة أقمار أحدها قمر احتياطي يظل على الأرض حتى إطلاقه عند الحاجة إليه. وقد أطلق القمر الأول «عربسات -A1» في ٨ فبراير ١٩٨٥ على متن القاذف الأوروبي «أريان-٤» وتكلف الإطلاق ٢٣ مليون دولار. وأطلق القمر الثاني «عربسات-B1» في ١٨ يونيو ١٩٨٥ إلى المدار الثابت عند خط طول ٢,٢٦ شرقا من مكوك الفضاء الأمريكي وكان بصحبته في رحلة الإطلاق على متن مكوك الفضاء ممثل المنظمة الأمير سلطان بن سلمان آل سعود وهو رائد الفضاء العربي الأول. وقد تعطل أداء القمر بعد شهور من إطلاقه الأمر الذي جعل بثه التليفزيوني يبتعد عن المنطقة العربية. ثم توقفت قنواته الـ ٢٥ عدا ٢٥,١ قناة فقط، وقد انتهى العمر التشغيلي للقمر الأول في ٣١ يوليو ١٩٩٢، ورفع القمر الثاني من الخدمة في أكتوبر ١٩٩٢ وانتهى عمره التشغيلي في ٣ أبريل ١٩٩٣.

وفي ٢٧ فبراير ١٩٩٢، وقبل انتهاء العمر التشغيلي للأقمار العاملة تم إطلاق القمر الثالث من الجيل الأول وهو «عربسات-C1» من قاعدة «كورو»

بغينيا الفرنسية في قـارة أمريكا الجنوبية على متن القـاذف «أريان-٤» إلى موقع على المدار الثابت فـوق خط طول ٤ , ٣٣ شرقا، ومن المتوقـع أن يستمر القمر في العمل لمدة سبع سنوات حتى عام ١٩٩٩ .

ويشمل القمر العربي ٢٥ قناة تتسع كل منها لعدد ١٤٦٦ خطا تليفونيا أو قناة تليفزيونية واحدة، وكذا قناتين للبـث التليفزيوني المباشر، وهاتان القناتان تستأجرهما حاليا مصر والسعودية .

وقد فرضت الاحتياجات المتزايـدة للاتصالات الفضائية في المنطقة استئجار قمر صناعي كندي هو القمر الصنـاعي عربسات-٤ منذ ٣ أغسطس ١٩٩٣ ، ويقوم بإرساله من خط طول ٢٠ شرقـا، ويطلق عليه حاليا «عربسات-D1» . ومن المفترض أن يكون قد تم إطلاق أول أقمار الجيـل الثاني من أقمار عربسات في ٥ يوليو ١٩٩٦ . ثم يليه القمر الثاني عام ١٩٩٧ .

## القمر المصري نايل سات

في ١٩٧٧ حجزت مصر مـوقعا لقمـر مصري في المدار الثابـت في الموقع ٧ درجات غـربا، وقبـل مضي عشرين عـاما على هـذا الحجز وتخصيـص الموقع لدولـة أخرى أعلنـت مصر عن إطلاق قمـر البث التليفزيـوني «نايـل سات» والذي ستصنعه شركة «مترا ماركـوني» ويطلقه القاذف الأوروبي أريان. وتبلغ تكلفة القمـر المصري ٨ , ١٥٧ مليون دولار. وتتـوقع وزارة الإعـلام المصرية أن تتم تغطية تكلفة القمر عن طريق تأجير قنواته في سنوات معدودة .

وسيكون استقبال بـث القمر بأطباق تتراوح أقطـارها بين ٤٥ و٦٠ سم وهـو مـايعـرف بـالبـث المبـاشر. وكما هـو المتبـع في عقـود إنتـاج الأقمار الصناعية، سوف ينتـج من القمر وحدتان وحدة احتياطيـة في حالة فشل الإطلاق أو عطب القمر أو توقف عملـه قبل انتهاء عمره الافتراضي الذي يبلغ خمسة عشر عاما .

ومن المخطط أن يسمح عدد القنوات المتاحة في القمر المصري بالتحول إلى نظام القنوات المتخصصة، حيث تخصص قنوات للتعليم ومحو الأمية والمرأة وجامعة الهواء بالإضافة إلى قنوات الترفيه والأخبار المعتادة.

## أقمار الاتصالات الدولية الأخرى

ومن المفيد لكي نستطيع أن نتصور مدى انتشار أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني في العالم أن نقدم الإحصائية الآتية التي توضح عدد أقمار الاتصالات المدنية العاملة التابعة لكل دولة أو مجموعة إقليمية الموجودة في المدار الثابت وحده في أول يناير ١٩٩٤[٩].

جدول رقم ١٣ ـ ١
أقمار الاتصالات الموجودة في المدار الثابت في أول يناير ١٩٩٤

| الدول أو المجموعة الإقليمية | طراز القمر | عدد الأقمار |
|---|---|---|
| وكالة الفضاء الأوروبية | Marecs | ٢ |
| أوروبا | Eutelsat | ٧ |
| المنظمة الدولية للاتصالات البحرية | Inmarsat | ٤ |
| المنظمة الدولية لأقمار الاتصالات | Intelsat | ٢٠ |
| المنظمة العربية لأقمار الاتصالات | Arabsat | ٢ |
| أستراليا | Optus | ٣ |
| البرازيل | Brasilsat | ٢ |
| كندا | Anik | ٦ |
| الصين | STTW | ٣ |
| روسيا ودول المجموعة المستقلة | Cosmos (5)<br>Gorizont (12)<br>Raduga (12)<br>Ekran (2) | ٣١ |
| فرنسا | TDF (2)<br>Telecom (3) | ٥ |

| الدول أو المجموعة الإقليمية | طراز القمر | عدد الأقمار |
|---|---|---|
| ألمانيا | TDF (3)<br>TVsat (1) | ٤ |
| هونج كونج | Asiasat | ١ |
| الهند | Insat | ٣ |
| أندونيسيا | Palaba B | ٤ |
| إيطاليا | Italsat | ١ |
| اليابان | CS<br>JC-sat<br>BS<br>Superbird | ٩ |
| لوكسمبورج | Astra | ٣ |
| المكسيك | Morelos | ٣ |
| النرويج | Thor-1 | ١ |
| إسبانيا | Hispasat | ١ |
| السويد | Sirius | ٢ |
| الولايات المتحدة | Aurora (1)<br>Telestar (4)<br>Marisat (3)<br>Comstar (2)<br>SBS (2)<br>DBS (1)<br>Satcom (6)<br>Spacenet (3)<br>Spacenet (3)<br>ASC (1)<br>Gstar (4)<br>Galaxy (7)<br>SBS (3)<br>Leasat (3)<br>TDRS (5)<br>ACTS (1)<br>PAS (1) | ٤٧ |

## التأثيرات الثقافية والاجتماعية

يرتبط استخدام الأقمار الصناعية في الاتصالات بالمفاهيم السائدة حديثا عن ثورة الاتصالات وثورة المعلومات. وإذا كان من الممكن تلخيص تأثير استخدام الفضاء في الاتصالات والبث التليفزيوني في عبارة قصيرة فإنه يمكن القول إنه حول فكرة جعل العالم «قرية واحدة» إلى حقيقة واقعة. ويبقى الحكم على جدوى ونفع هذا التحول للإنسان عموما ولدول العالم النامي ولعالمنا العربي على الأخص بثقافته وشخصيته الخاصة، يبقى قضية مفتوحة للمفكرين في مجالات الاجتماع والإعلام وعلم النفس الاجتماعي وغيرهم من المثقفين بحثا عن الدور الذي تلعبه هذه التقنيات الكاسحة في تشكيل الوعي القومي والشخصية الذاتية للأمة وكيفية الحد من التأثيرات السلبية وتعظيم النفع الإيجابي لها.

وهناك دراسات متخصصة عديدة في هذا المجال. ومازال الباب مفتوحا لكثير من الدراسة حيث مازالت التأثيرات الثقافية والاجتماعية لهذا الوافد الجديد في مرحلة ديناميكية، ومازالت الدول المختلفة تجرب أساليب مختلفة للتعامل معه، تتراوح بين الانفتاح الكامل والحظر المشدد والترقب الحذر. ولا يقتصر الحذر من الثقافة الواردة على دول شرقنا المسلم المختلفة بثقافتها عن الثقافة التي أفرزت هذا المد التليفزيوني الكاسح، بل إن عددا من الثقافات الغربية ذاتها -كالثقافة الفرنسية- تأخذ مما تسميه الغزو الأمريكي موقفا قد يبدو لنا متشددا إلى حد يثير الدهشة.

ويبقى أن لب المسألة لا يكمن في الغزو الثقافي، فهذا أمر معروف ومتوقع منذ استطاعت ثقافة معينة هي الثقافة الغربية ـ الأمريكية أن تنتصر في مرحلة معينة وتحاول أن تفرض رؤيتها على العالم بقوة المعدات التكنولوجية وسيطرتها على أدوات المال والمعونات والهيئات الدولية، ولم تقتصر في هذه المحاولات على البث التليفزيوني والإبهار السينمائي، وإن

كان هذان الأخيران من أقوى أدواتها، بل امتدت بمحاولات تأثيرها الفجة إلى المؤتمرات والمواثيق والمعاهدات الدولية تعيد صياغتها بما يفرض رؤية أحادية، ويستبعد أي رؤية ثقافية أخرى.

وخلاصة الأمر أنه من المقرر أن تكون هناك هجمة ثقافية شرسة على حضارة الشرق وقيمه، وأن البث التليفزيوني المباشر هو إحدى أدواتها، غير أن الخطر الأكبر يكمن في تداعي العافية والمناعة الثقافية وفقدان الثقة الذي تعانيه أمتنا العربية والإسلامية في مرحلة التمزق والتشرذم الحالية والتي تؤدي، حتى دون هجمة ثقافية، إلى ضعف الهوية والتخلي عن الشخصية الثقافية القومية واستجلاب أنماط الحياة الثقافية المغايرة، وهو ما عبر عنه ابن خلدون بقوله «إن المغلوب يميل إلى تقاليد الغالب في ملبسه ومعيشته..»، وأيضا ما صاغه المفكر الإسلامي الكبير مالك بن نبي في تعبيره العبقري «القابلية للاستعمار».

وإذا كان الهجوم في عصور قديمة كان بالخيل والسلاح والمدافع والعتاد، فالهجوم هذه المرة على عقل الأمة بالأفكار والصور والرؤى، وهو أخطر لأنه يستلب الأمة من الداخل.

وإذا كان من غير الممكن عمليا أن تنعزل أمتنا إعلاميا وثقافيا في عصر أبرز ملامحه هو الانفتاح المعلوماتي، والذي يقضي بأنه ما من وسيلة لمنع تدفق المعلومات أو الحصول عليها، فإن التحصين الوحيد هو تحفيز قدرات الأمة، كما يحفز الجسم كراته البيضاء في حالة المرض، لتدرك أنها في حالة أزمة وفي ظرف حصار وأن عليها أن تستنفر أفضل وأقوى ما عندها لتواجه به هذا الظرف التاريخي، وهذه هي مسؤولية المثقفين في هذه الأمة، ولعله لم تلق إليهم مسؤولية أكبر وأخطر منها من قبل.

# هوامش ومراجع الباب الثالث عشر

(١) ماكسويل: جيمس كلارك (١٨٣١ ــ ١٨٧٩) عالم فيزياء اسكتلندي، وضع أساس النظرية الكهرومغناطيسية، وأثبت أن الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء فيما كان أساس نظرية الاتصالات الحديثة.

(٢) هرتز: هنريك رودلف (١٨٥٧ ــ ١٨٩٤) عالم فيزياء ألماني، تمكن من التقاط الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبأ بوجودها رياضيا ماكسويل من قبل.

(٣) آرثر كلارك: بالإضافة إلى إسهامه في نشأة اتصالات الفضاء، فإن آرثر كلارك هو مؤلف رواية الخيال العلمي الشهيرة «أوديسا الفضاء: ٢٠٠١» والتي يعد الفيلم المأخوذ عنها أعظم أعمال الخيال العلمي السينمائية وأكثرها دقة وإثارة.

(٤) هذا المدار هو «مدار الثبات الجغرافي» Geostationary Orbit وهو مدار دائري يقع في مستوى خط الاستواء على ارتفاع ٣٥٨٠٠ كيلو متر وتوضع فيه أقمار الاتصالات والبث التليفزيوني وأقمار الأرصاد الجوية وأي أقمار يراد لها أن تظل ثابتة فوق بقعة معينة من الكرة الأرضية.

(٥) ينصح في هذا الموضوع بقراءة الكتابة الممتاز الذي كتبه الأستاذ حمدي قنديل بعنوان «اتصالات الفضاء» بتكليف من «اللجنة العربية المشتركة لاستخدام الشبكة الفضائية للإعلام والثقافة والتنمية» بمناسبة إطلاق القمر الصناعي العربي الأول، ويحتوي الكتاب على معلومات تفصيلية عن نشأة نظم الاتصالات الفضائية والمنظمات الدولية والإقليمية المعنية بها، وبعض المعلومات الواردة في هذا الفصل مستقاة من هذا المصدر مع تحديثها بالاستعانة بمصادر أحدث، الهيئة المصرية العام للكتاب عام ١٩٨٥ .

(٦) حمدي قنديل «اتصالات الفضاء» الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٨٥ .

(٧) المرجع السابق.

(٨) درج الاتحاد السوفييتي لأغراض سياسية وعسكرية على استخدام أرقام لسلسة أقمار كوزموس دون التمييز بين استخدامات هذه الأقمار أو ما إذا كانت أقمارا مدنية أو عسكرية، ونتيجة لذلك بلغ عدد الأرقام المسجلة لأقمار كوزموس عدة آلاف.

(٩) Jane's Space Directory 1994-1995.

## الباب الرابع عشر

# المسح الفضائي أو الاستشعار عن بعد
# إعادة اكتشاف كوكب الأرض
# (٢٣ يوليو ١٩٧٢)

*«إذا كانت الاتصالات الفضائية عن طريق الأقمار الصناعية هي أكثر التطبيقات إنجازا على أرض الواقع فإن المسح الفضائي أو الاستشعار عن بعد هو أكبر التطبيقات وعدا وأحفلها بالآمال لمستقبل البشرية»*

إذا كان الإنسان قد استطاع عن طريق الخروج إلى الفضاء أن يطل على الكرة الأرضية التي عاش ملاصقا لسطحها ملايين السنين، وأن يتفرس في ملامحها وأبعادها، تضاريسها وجغرافيتها، قاراتها ومحيطاتها، فإن ما تعد به تقنيات المسح الفضائي ليس أقل من تمكين الإنسان من أن يتحسس سطح هذا الكوكب ويسبر غوره ليبحث فيه عن الثروات الكامنة وليعيد تشكيله ليناسب احتياجاته.

وتتركز تقنية الاستشعار عن بعد في استكشاف ورصد وتسجيل الموارد على سطح الكوكب من ماء ومعادن وغطاء نباتي وتربة وما تحت التربة، وتسجيل التغيرات التي تطرأ على هذه الموارد سواء كان هذا التغير ناتجا عن الإنسان أو عن الطبيعة. ويكون الهدف بطبيعة الحال هو التنبؤ بالتغيرات، خاصة تلك التغيرات ذات التأثير السلبي مثل الجفاف والفيضانات، وعلى المدى الطويل التصحر وتآكل الشواطئ والتلوث بمختلف أنواعه، واكتشاف موارد جديدة واستغلالها وإعطاء المؤشرات لتخطيط حركة العمران. وباستخدام هذه المعلومات أيضا فإن المشروعات الكبيرة ذات التأثير في البيئة مثل إنشاء السدود وحفر القنوات وإنشاء البحيرات الصناعية أو تجفيف البحيرات الطبيعية واستغلال المناجم يمكن أن تدرس في ضوء تكاملها مع البيئة المحيطة وتأثيراتها بعيدة المدى، كما يمكن متابعتها بحيث تعالج آثارها في إطار هذه الصورة المتكاملة.

وتعتمد تقنيـة الاستشعار عـن بعد على حمل أنـواع متعددة مـن المستشعرات (sensors) على متن أقمار صناعية تدور حـول الأرض على أبعاد متفاوتة لتسجيل وقياس الظواهر السطحية على الكوكب. وعمليات المسح والقياس والاستشعار هذه يمكـن إجراؤها بـالوسائل التقليـدية. غير أن الصعـوبة والتكلفة البـاهظة لعمل هذه القياسات على المساحات الشاسعة التي يغطيها القمر الصناعي تحول دون إمكان عملها بشكل دوري منتظم بالطرق التقليدية.

من ناحية أخـرى فإن هناك بعض المناطق -مثـل الجزء الجنوبي الشرقي من الصحراء العربية والمعروف بالربع الخالي- يصعـب الوصول إليه تماما بالوسائل التقليدية لانعدام الطرق والآبار ووسائل الحفاظ على الحياة فيه، بينما هذا الجزء بالذات قد أمكن فيه تحقيق نتائج باهرة بالاستشعار عن بعد.

ويمكن تلخيص المزايا الفريدة للمسح الفضائي بالأقمار الصناعية فيما يلي:

١- مسح مساحات واسعة بسرعة وبشكل اقتصادي.

٢- إمكان إنشاء نظم للمراقبة والمتابعة الدورية.

٣- الكشـف عـن التغيرات البيئيـة البطيئـة والتـدريجيـة وكـذلـك الضخمـة والمفاجئة.

٤- تجاوز الحدود السيـاسية والعـوائق الجغرافيـة مما يتيـح التعامـل مع العـالم كوحدة بيئية وجغرافية ممتدة.

٥- عدم تأثـر النظام بالتقلبات الجوية، نظرا لعـدم اعتماده على محطات رصد مأهولة والقدرة على اختراق الغلاف الجوي.

٦- إمكان تطبيـق التقنية على المنـاطق المنـاخية غير المواتيـة كالمنطقـة القطبية والصحراء الكبرى.

٧- تكوين صورة شاملة للكوكب وإمكـان دراسة الظواهر الكلية (الماكروية) لأول مرة دراسة تجريبية دقيقة.

٨- إمكان تطبيق تقنيات الحاسبات مباشرة على المعلومات المستخرجة مما يتيح تطوير الاستفادة من هذه المعلومات، وإمكان التعامل مع كميات هائلة من البيانات.

وإدراكا للإمكانات الواسعة لهذه التقنية (والتي ولدت بطبيعة الحال من التطبيقات العسكرية لنظم الاستطلاع) فقد بدأت الدول المهيمنة على أقمار الاستطلاع في تطوير التقنيات المصاحبة وعلى الأخص تطوير أنواع من المستشعرات لقياس أفضل لسطح الأرض.

## نشأة تقنيات المسح الفضائي

هناك قصة تتعلق ببداية الاهتمام بهذه التقنية[١] تقول إن أصل تقنية المسح الفضائي يرجع إلى عام ١٩٦٣ عندما ادعى رائد الفضاء الأمريكي «جوردون كوبر» أنه استطاع من نافذة كبسولته في السفينة ميركوري أن يميز الطرق والمباني على سطح الأرض. ولم يأخذ العلماء تقريره في ذلك الوقت على محمل الجد[٢]، وربما ظن الكثيرون أنه تعرض لهلوسات فضائية[٣]، ولكن عندما تأكدت مشاهداته من تقارير رواد آخرين وبفحص الصور التي أظهرت تفاصيل دقيقة لسطح الأرض تنبه العلماء إلى أنهم أمام ظاهرة يمكن الاستفادة منها وبدأ التفكير في وضع هذا الاكتشاف موضع التطبيق العملي.

ونتيجة لذلك حملت أبوللو-٩ (٩ ـ ١٣ مارس ١٩٦٩) مجموعة من الكاميرات التقطت صورا للأرض بعدة أطوال موجية في وقت واحد، وأظهرت هذه الصور أن هذه التقنية والتي عرفت باسم «التصوير متعدد الأطياف Mutispectral Imaging» يمكن استخدامها في عدة تطبيقات مفيدة كالتمييز بين الغطاء النباتي السليم والمصاب بالآفات، وفي عمل الخرائط الدقيقة ومراقبة التلوث والتصحر وغير ذلك.

وبدأت «ناسا» بعد مهمة أبوللو هذه في تخصيص أقمار لتطوير هذه التقنيات والاستفادة منها لدراسة موارد الأرض، وسميت هذه الأقمار «أقمار تقنيات موارد الأرض - Earth Resources Technology Satellites ERTS»، وأطلق القمر الأول منها ERTS-1 في ٢٣ يوليو ١٩٧٢ إلى مدار قطبي على ارتفاع ٩٩٠٠ كيلو متر بحيث يمكنه رصد المنطقة نفسها من الأرض مرة كل ثمانية عشر يوما (انظر أنواع المدارات وتطبيقاتها في الباب العاشر).

وبنجاح القمر ERTS-1 كانت هذه التقنية قد أثبتت نجاحها، ودخل الاستشعار عن بعد عالم التطبيق بإطلاق مجموعة أقمار «لاندسات Landsat» والتي كان أولها Landsat-2 بعد ثلاثة أعوام تماما في ٢٢ يوليو ١٩٧٥ (اعتبر القمر ERTS-1 هو لاندسات-١).

## سلسلة أقمار لاندسات

بعد نجاح الأقمار الأولى في تقنية الاستشعار عن بعد أو المسح الفضائي أطلقت «ناسا» القمر لاندسات-٣ في مارس ١٩٧٨ ولاندسات-٤ في ١٦ يوليو ١٩٨٢. وقد واجه لاندسات-٤ مشكلات في المدار حدثت من استخدامه، ولذلك أطلق لاندسات-٥ في أول مارس ١٩٨٤. ولا يزال القمران لاندسات-٤ ولاندسات-٥ يرسلان معلوماتها حتى الآن.

## تكنولوجيا لاندسات

يقع القمران لاندسات-٤، ٥ في مدار دائري شبه قطبي على ارتفاع ٧٠٥ كيلومترات (هذا المدار يقع في دائرة عظمى تمر بمستوى القطبين أو قريبا منها)، وتمسح هذه الأقمار الأرض في شرائط عرض كل منها ١٨٥ كيلومترا كل ٩٩ دقيقة. وبذلك يتم كل من أقمار لاندسات خمس عشرة دورة حول الأرض كل ٢٤ ساعة، ويتم مسح كوكب الأرض بالكامل كل ستة عشر يوما. أي أن القمر يمسح شريطا مختلفا من الأرض في كل دورة، ثم يعود إلى البقعة نفسها بعد ١٦ يوما.

وترسل معلومات لاندسات إما مباشرة إلى محطات استقبال أو يتم تسجيل هذه المعلومات على شرائط عندما يكون القمر خارج منطقة الاستقبال للمحطات.

ومنذ عام ١٩٨٥ تحولت عمليات لاندسات إلى عمليات تجارية تجرى على أساس اقتصادي. وأصبحت بيانات وصور لاندسات تسوّق تجاريا بوساطة شركة EOSAT وهي شركة مشتركة بين جنرال إلكتريك وشركة هيوز للأقمار الصناعية. ويمكن حاليا الحصول على معلومات لاندسات على شكل صور رقمية يمكن عرضها والتعامل معها على الحاسبات الشخصية بوساطة برامج خاصة.

## القمر الصناعي الفرنسي SPOT

في ١٩٧٧ قررت فرنسا دخول مجال المسح الفضائي بالأقمار الصناعية، ولما لم تجد حماسا من شركائها في وكالة الفضاء الأوروبية ESA قررت أن تنفذ المشروع بنفسها متحملة القسط الأكبر من التكلفة والجهد بمساهمة صغيرة (٤٪) من كل من السويد والنرويج.

وفي ٢٢ فبراير ١٩٨٦ تم إطلاق قمر الاستشعار الفضائي المسمى سبوت والذي يرمز اسمه إلى Satellite Pour l'Observation de le Terre (SPOT) على متن القاذف الأوروبي أريان-٤ إلى مدار قطبي دائري على ارتفاع ٨٢٥ كيلومترا. وقد اختير مدار القمر بحيث يمر فوق البقعة نفسها كل ٢٦ يوما، غير أن تغييرا ذكيا في تصميم الكاميرات يجعل من الممكن للقمر بينما يمر في شريط مجاور أن تميل كاميراته لتعيد تصوير الشريط السابق من الأرض. ويؤدي هذا التصميم أيضا إلى إمكان إنتاج صور ثلاثية الأبعاد للتضاريس الأرضية وهو ما يسهل رسم الخرائط الطبوغرافية.

وفي ٢٢ يناير ١٩٩٢ أطلق ثاني قمر من سلسلة سبوت في مدار قطبي مماثل للمدار الأول غير أنه متعامد عليه، وبمعنى آخر إذا تصورنا المدار الأول كأنه حلقة رأسية تحيط بالأرض وتمر بالقطبين فسيبدو مستوى المدار وكأنه

يقسم الأرض إلى نصفين. ويبدو المدار الثاني كحلقة أخرى متعامدة والمداران معا يقسمان الأرض إلى أربعة أقسام.

وأدى هذا الإطلاق الجديد إلى تقليل الفترة بين مسحين متعاقبين لأي نقطة على الأرض بأحد القمرين إلى ١٣ يوما بدلا من ٢٦ يوما.

## تكنولوجيا أقمار سبوت

يمسح القمر سبوت الأرض في صورة شرائط عرض كل منها ١٠٨ كيلومترات. غير أن زاوية الرؤية للقمر ترصد شريطا من الأرض عرضه ١٢٠ كيلومترا، وهذا الفرق يضمن أن يكون هناك تلاحم بين الشرائط المتتالية وألا يضيع أي جزء دون مسح.

وتتكون أجهزة سبوت من كاميرتين تلسكوبيتين تغطي كل واحدة منهما شريطا عرضه ٦٠ كيلومترا، ويمكن تحريك كل كاميرا بزاوية ٢٧ درجة عن الرأسي وبأخذ ارتفاع القمر في الحسبان (نحو ٨٢٥ كيلو مترا) فإن هذا التحكم في ميل الكاميرات يجعل من الممكن التحكم في المسافة بين الشريطين، فيمكن فصلهما بحيث تكون المسافة بينهما نحو ٨٠٠ كيلومتر أو تقريبهما بحيث يتلاصقان فيكوّنان معا شريطا مزدوجا عرضه ١٢٠ كيلومترا. وتسمح هذه التقنية بالتركيز على تصوير المواقع المهمة على حساب المواقع غير المهمة، أو بإعادة تصوير بعض المواقع عندما يمر القمر بمحاذاتها مرة أخرى بإمالة الكاميرا نحوها.

وبالإضافة إلى الكاميرات يحمل SPOT أجهزة التليمتري (إرسال الإشارات من بعد) وأجهزة التحكم عن بعد لتوجيه القمر وإعادة ضبط مساره، ثم هناك البطاريات التي تزوده بالقدرة والتي تشحن بالطاقة الشمسية حيث تلتقطها لوحات شمسية عريضة.

وهناك أيضا محركات الضبط، وهي عبارة عن خزانات للغاز ونفاثات للمحافظة على المدار ولضبط اتجاه القمر في مداره.

ويمكن التقاط إشـارات القمر مباشرة إذا كان في مجال «الرؤيـة» من محطة استقبال أرضيـة، أو تسجل الإشارات على شرائط ثـم ترسل مجمعـة إلى محطة استقبال في تولـوز بفرنسا وأخرى في السـويد عندما يكـون القمر في مجال رؤية هذه المحطات. ويحكم دقة صـور أقمار الاستشعار «معامل التحليل Degree of Resolution» ويتوقـف على قوة عـدسات القمر لتـوضيح المعـالم الأرضية حسب أحجامها. وكانت أقمار لاندسات الأمريكية متوقفة عند معامل تحليل (٣٠) مترا ولم تكن أمـريكا تسمح بأقـل من ذلك، غير أن فرنسـا لم تحترم هذا الحظر، وهبـط قمر سبـوت الفرنسي إلى معامـل تحليل مـن ١٠ ـ ٢٠ مترا، إذ تتراوح دقة صور سبـوت من ١٠ ـ ٢٠ متراً للتطبيقات، ومن المخطـط أن تزيد هذه الـدقة إلى ٥ أمتار، وهـي دقة عاليـة وبذلـك يمكن في هذه الصـور تمييز معالم صغيرة كالمباني والمنشآت. وقد قررت فـرنسا أن تتم إدارة برنامج «سبوت» على أساس تجاري تماما دون دعم على الإطلاق حيـث تباع خرائطه إلى شركات متخصصـة توزعهـا بعـد معالجتهـا إلى العملاء المحتـاجين إليهـا من مختلـف التطبيقات كشركات البترول أو هيئات تخطيط المدن.

## استخدامات تقنية المسح الفضائي أو الاستشعار عن بعد

مـن الصعب حصر استخـدامـات تقنية المسـح الفضـائي، وفي كل يـوم يكتشف العلماء استخـدامات جديدة لها. لكـن يهمنا هنا أن نوضـح أن تقنية المسح الفضائي تتجـاوز مجرد تصوير الأرض من تحتها، وإن كـان هذا بطبيعة الحال مكونا رئيسيا من مكونات هذه التقنية، غير أن المسح الفضائي يستخدم جميـع الأطوال الموجيـة للطيـف لإنتاج صـور ومعلومـات لا يمكـن إنتاجهـا بالتصوير باستخدام الطيف الضوئي وحده.

وعلى سبيل المثال تظهر هـذه التقنية المناطق الدافئة مـن المحيط والتي تمثل بيئة ملائمـة لتكاثر الأسماك بلون مختلف، وبـذلك يمكن تحديد مـواقع الثروة

السمكية، وهي معلومات لا يمكن استخراجها بالطبع من التصوير الضوئي العادي. ويمكن بهذه التقنية رسم خرائط للموارد أو التلوث أو الغطاء النباتي المكون من الخلايا أحادية الخلية البلانكتون والبرتوزا في مراحل نموه المختلفة وهكذا مما يفوق بكثير إمكانات التصوير الضوئي العادية.

والميزة الثانية التي يحققها المسح الفضائي هي دورية وانتظام المعلومات، فالقمر الصناعي يمر على المنطقة نفسها على فترات دورية ثابتة، وبالتالي يمكن قياس التغيرات التي تحدث في الظاهرة المراد قياسها.

أما الميزة الثالثة فهي إمكان إنتاج الخرائط بوساطة الحاسبات الإلكترونية، فالمعلومات التي يحصل عليها القمر الصناعي ترسل مباشرة إلى محطات أرضية حيث تعالج ويستخرج منها خرائط متنوعة تبرز الظواهر المراد إبرازها. وتمثل هذه الميزة نفسها، وفي الوقت نفسه، إحدى الصعوبات الفنية في التعامل مع ناتج المسح الفضائي، إذ إن حجم المعلومات التي يجمعها القمر في دوراته المعتادة هائل جدا بحيث يستحيل تقريبا التعامل معه بشكل يدوي، ومن هنا لابد من تطوير برامج للحاسبات تستطيع التعامل مع هذه الصور الضوئية والرادارية والبيانات الواردة من القمر الصناعي، وتحويلها إلى معلومات مفهومة ومفيدة، ويتطلب ذلك تحليل وتفسير الصور الفضائية آليا وهو ما يدخل في مجال علم الذكاء الاصطناعي.

والآن نستطيع أن نذكر بشكل موجز بعض التطبيقات المهمة للمسح الفضائي، وهي:

١- مسح وتقدير المحاصيل الزر اعية.

٢- إعداد خرائط الموارد الطبيعية.

٣- الكشف عن المياه الجوفية حتى أعماق محدودة تحت سطح الأرض ،

٤- تخطيط المدن.

٥- رصد زحف المدن على الأراضي الزر اعية .

٦- دراسة آثار المشروعات الكبرى مثل السد العالي في مصر.

٧- رصد تلوث البحار والشواطئ .

٨- تآكل دلتا الأنهار وعمليات النحر على الشواطئ .

٩- رصد التصحر وزحف الرمال .

١٠- رصد الغابات والحرائق التي تندلع فيها .

١١-متابعة حركة البقع الزيتية .

١٢- رصد وتحديد مواقع الثروة السمكية .

١٣- متابعة التغير في الغطاء الجليدي .

١٤- رصد ومتابعة آثار الفيضانات والأعاصير والزلازل

١٥- رصد ومتابعة آثار الجفاف .

١٦- الكشف عن النباتات الممنوعة .

١٧- الكشف عن الآفات الزراعية .

١٨- رصد حركة أسراب الجراد في الصحراء .

١٩- اكتشاف الآثار المطمورة .

٢٠- متابعة هجرة الحيوانات .

وكما ذكرنا فإن هذه التطبيقات يصعب حصرها وتجد فيها تطبيقات أخرى باستمرار.

ومن أمثلة هذه التطبيقات ما ذكره الدكتور فاروق الباز وهو أحد الخبراء العالميين في مجال الاستشعار عن بعد من اكتشاف أنهار قديمة جافة تحت أراضي مصر والسودان وليبيا، الأمر الذي يدل على احتمال أن يكون جزء من

مياه هذه الأنهار باقيا في صورة مياه جوفية[٦]. وذكر الدكتور الباز أن هذا الاكتشاف أدى إلى الاهتمام باستغلال مصادر المياه الجوفية في منطقة تسمى جبل العوينات والتي يفترض أن المياه الجوفية فيها تكفي لزراعة ٢٠٠ ألف فدان لمدة ٢٠٠ سنة.

## رصد حركة المحيطات

من أهم تطبيقات استخدام الأقمار الصناعية رصد ودراسة حركة المحيطات كعنصر مكمل مع اليابسة من عناصر منظومة كوكب الأرض، فالمياه تغطي أكثر من ثلثي سطح كوكب الأرض، وتكون مياه المحيطات ٩٨٪ من مجموعة ما على الأرض من ماء.

ومع التزايد المستمر لعدد سكان كوكب الأرض والاستنفاد المستمر للموارد فإن المحيطات تمثل مصدرا هائلا للموارد الغذائية والمعدنية وأيضا الماء الذي أصبح نقصه يهدد الحياة في بعض المناطق. وبصفة عامة تمثل المحيطات مخزونا هائلا من الموارد ومصدرا لا ينضب لمقومات الحياة.

ومن الغريب أن هذا المستودع الهائل للغذاء والموارد لم يتم ارتياده واكتشافه إلا قليلا، وعلى السطح فقط بحكم صعوبة هذا الاستكشاف واتساع المحيطات ووجود مناطق نائية شاسعة بها لم يصل إليها الإنسان بأي من الطرق السطحية من قبل. ومن هنا تحتل تقنيات الأقمار الصناعية أهمية كبيرة في مسح موارد المحيطات والبحار وتكوين معلومات صحيحة ودقيقة عنها وتحديد المناطق التي يمكن التركيز عليها بالطرق السطحية التقليدية بعد ذلك.

كما أن حركة المياه في المحيطات تؤثر تأثيرا بالغا في مناخ كوكب الأرض، بل إن مناخ الكوكب هو نتاج مباشر لتفاعل هذه الكتلة الهائلة من المياه مع اليابسة.

وهناك نوعان من الحركة للمياه في المحيطات، حركة كبيرة (ماكروية) وحركة محلية، وتنقل الحركة الماكروية للمياه الحرارة من المناطق الاستوائية إلى المناطق القطبية، وتؤثر بذلك في المناخ وفي معدلات ذوبان الثلوج. أما السفن الكبيرة مثل ناقلات البترول فهي إما تستخدم أو تتجنب في حركتها التيارات المائية في تخطيطها للمسار الأمثل توفيرا للوقود والوقت، وبذلك فإن دراسة حركة تيارات المحيط تعتبر ضرورة لمثل هذا التخطيط.

ويدخل في تأثير حركة التيارات أيضا حركة البقع الزيتية الملوثة للمحيط والمدمرة للحياة البحرية والتي تقذفها التيارات إلى شواطئ المحيطات مسببة بذلك دمارا لا يحد، مثل بقعة آلاسكا الشهيرة ومثلما حدث من تلوث سواحل الخليج خلال حرب تحرير الكويت.

وتستخدم دراسات الأقمار الصناعية للمحيطات في رصد التنبؤ بحركة الأفواج السمكية الكبيرة ومناطق تجمع الأسماك وهو أمر بالغ الأهمية الاقتصادية للدول التي يعتمد جزء من اقتصادها على الصيد مثل اليابان والنرويج.

## أقمار دراسة المحيط

ورغم أن هذا النوع من الرصد والدراسة كان موجودا من قبل عن طريق القياسات التي تجرى باستخدام البالونات أو كنتائج ثانوية لقياسات الأقمار الصناعية الأولى، فإنه أخذ دفعة كبيرة بإطلاق أقمار صناعية متخصصة لدراسة المحيط.

وقد أطلق أول قمر صناعي متخصص لدراسة المحيطات في ٢٦ يونيو ١٩٧٨ وهو القمر الأمريكي Seasat. وأطلقت بعده وكالة الفضاء الأوروبية ESA قمرا للغرض نفسه هو ERS-1 الذي أطلق على متن القاذف أريان-٤ في ١٦ يوليو ١٩٩١ في مدار على ارتفاع ٧٧٧ كيلومترا بدورة قدرها ٣٥ يوما وثلث اليوم (أي أن القمر يعيد رصده للنقطة نفسها بعد هذه الفترة).

وقد حقق هـذا القمر نتائج كبيرة في مجال رصد المحيطـات حيث أظهر أن المحيطـات لها تضـاريـس تشبـه تضاريـس اليـابسـة، وليـس المقصـود بهذه التضاريـس قاع المحيط تحت الماء، ولكن المقصـود هو تضاريـس سطح الماء نفسـه. فقـد ظهر أن المحيـط ليـس سطحـا منتظما متساوي الارتفـاع في كـل مناطقـه باستثناء ارتفاعـات الأمواج المحلية، بـل إن هناك مناطق شـاسعة في المحيـط يرتفـع سطح الماء فيهـا على المستوى العـام للمحيط بنحـو ١٠٠ متر وأخـرى ينخفض السطـح فيها بمثـل هذه القيمـة. ويرجـع السبب في هـذا التبايـن الكبير في السطح والذي لم يكـن من الممكـن اكتشافه سـوى بالأقمار الصنـاعية إلى الاختـلاف في مجال الجاذبية والتضـاريس الأرضيـة تحت الماء في مناطق مختلفة من المحيط.

وتم بناء على هذه القياسات رسم خريطة لسطح المحيط تبين منها أن هناك جبالا مـن الماء في حجم القـارات يقع أحدهـا إلى الشمال الشرقي مـن أستراليا ويصـل ارتفـاع سطح الماء فيـه إلى خمسـة وثمانين مترا فـوق المستوى المتـوسـط للمحيط، وأخرى إلى الغـرب منها بالقرب من الهند ينخفـض سطح الماء فيها عن المستوى القيـاسي لسطح المحيط بنحو ١٠٥ أمتـار، وبذلك يبلغ التبـاين بين ارتفاعي سطح الماء في هاتين المنطقتين المتجاورتين نحو ١٩٠ مترا(٧).

وقد تكلف برنـامج الأقمار الأوروبية ERS المخصصة لدراسـة المحيطات ٨٦٠ مليـون دولار، ويشترك في دراسة بيـاناتها وتحليلهـا عدة آلاف مـن علماء المحيطات والأقمار الصناعية من جميع أنحاء العـالم. وقد كان المتوقع أن يطلق قمر ثان من مجموعة ERS نفسها هو ERS-2 في عام ١٩٩٥.

وهناك مشروع أمريكي - فرنسي لإطلاق أقمار لدراسة المحيطات تحت اسم توبيكس ـ بوسيدون Topex- Posidon وقمر كندي يسمى رادارسات. ومن روسيا هناك القمر أوكيان OKEAN والمخصص لمراقبة الغطاء الجليدي ورصد التغيرات فيه بـدقة ٣٠ كيلـومترا، وينتظر أن تطلـق أقمار أخرى بـدقة أعلى في المجموعة نفسها.

## كيف تعمل أقمار رصد المحيطات؟

تستخدم الأقمار الصناعية المخططة لرصد المحيطات وأقمار الاستشعار عن بعد بصفة عامة الإشعاع الكهرومغناطيسي في مناطق مختلفة من الطيف مقاسة بالتردد (هـرتز). والموجـات في مناطـق الطيف المختلفـة لها خصائص مختلفـة يمكن استخدامهـا للقياس والرصد. فالأشعة تحت الحمـراء تنتج عن تغيرات حرارية، والأشعة الضوئية تستخـدم في التصوير النهاري العادي بينما الأشعة الميكـروية متنـاهية القصر تتمتـع بخصائص اختراق عـاليـة ولا تتأثـر لذلـك بالغلاف الجوي.

وتحمل الأقمار الصناعية المخصصة لدراسة المحيطات أجهزة علمية لقياس ورصد وتصوير العناصر التالية:

١- سرعة الرياح.
٢- رسم التضاريس السطحية للمحيط.
٣- قياس درجة حرارة السطح.
٤- قياس الموجات السطحية والعميقة للمحيط.
٥- تحديد التيارات الرئيسية في المحيط.
٦- رصد الدوامات المحيطية.
٧- رصد الحدود الجبهية Frontal Boundaries.
٨- رصد وقياس حركة الثلج.
٩- رصد ومتابعة البقع الزيتية.
١٠- رصد ومتابعة الثروة السمكية والحياة البحرية.

## تآكل الدلتا وتلوث الشواطئ

مـن التطبيقات المهمـة لاستخدام الأقمار الصنـاعيـة دراسات تـآكل دلتـا الأنهار وتآكل الشواطئ وتلوثها بالمخلفـات الصناعية، وتدخل كلها تحت بند التفاعـل بين البحار واليابسـة. فمن المعروف أن عـددا من دلتا الأنهار تتـآكل وتفقد خصائصها نتيجة عدوان البحر عليهـا ومنها دلتا نهر النيل التي فقدت

عنصر تجديدها وهو الطمي الذي كان يجلبه فيضان نهر النيل من هضبة الحبشة والذي توقف بعد مشروع السد العالي.

وتتيح الصور الفضائية الملتقطة من الأقمار الصناعية تقييما دقيقا لتآكل الدلتا وزحف البحر عليها. وبذلك يمكن اتخاذ الإجراءات الوقائية والعلاجية اللازمة. ومن ناحية أخرى يمكن عن طريق هذه الصور الفضائية تحديد كميات ومدى انتشار الملوثات الصناعية وتأثيرها في الحياة البحرية وفي تكوين الماء في المناطق التي تصرف إليها، وتستخدم هذه التقنيات حاليا بصورة روتينية في العديد من دول العالم.

## استخدام الأقمار الصناعية في الكشف عن الآثار

يعد هذا الاستخدام من النتائج المثيرة وغير المتوقعة للاستشعار عن بعد، خاصة أنه يتعلق باكتشافات لم يكن من الممكن كشف النقاب عنها بأية تقنية معروفة أخرى، ونترك الحديث هنا إلى المقال المنشور في مجلة (Science 111ustrée) والمترجم في مجلة «الثقافة العالمية» الكويتية[٨] والذي نورد فيما يلي أجزاء منه مختصرة وبتصرف.

### علم الآثار وتكنولوجيا الفضاء

خلال قرون عديدة ماضية ظلت صحراء عمان معبرا للقوافل، وإذا كانت مسارات طرق القوافل هذه غير ظاهرة للعيان على الأرض، فقد بدت واضحة في الصور التي التقطتها الأقمار الصناعية من الفضاء. وعند التقاء هذه المسارات هناك احتمال كبير جدا في اكتشاف أطلال قديمة.

تقوم حاليا بعثة استكشافية بالتنقيب على الساحل الشرقي من شبه الجزيرة العربية، في سلطنة عمان، عما يعتقد أنه بقايا المدينة الأسطورية «أوبار UBAR» التي ورد ذكرها في القرآن الكريم باسم ﴿إرم ذات العماد﴾. وقد اكتشف علماء الآثار هذا الموقع التاريخي اعتمادا على الأرصاد الجوية والفضائية. فعلى الأرض لم يكن هناك أي أثر يدل على وجودها.

وفي هذه المنطقة من العالم حيث تجد جميع آثار الماضي وقد طمرت تحت طبقات سميكة من كثبان الرمال، وبالاستعانة بأجهزة للاستشعار عن بعد وبأجهزة تصوير محمولة فوق مناطيد أو محطات فضائية، وجد الباحثون أنفسهم وقد تسلحوا بوسائل كشف جديدة وفعالة. ففي هذا الموقع حيث لا تدل المشاهدات الأرضية على أي مؤشر، تجد الوثيقة التي يعطيها الرادار أو الصور الملتقطة من الفضاء وقد أظهرت بوضوح وجود أطلال حضارة غابرة.

ويعود الفضل الأول في اكتشاف مدينة «أوبار» إلى الرادار SIR الذي استخدم للمرة الأولى عام ١٩٨١. وفي عام ١٩٨١ قام مكوك الفضاء الأمريكي «تشالينجر» بسبر غور المناطق التي حلق فوقها خاصة الصحراء الكبرى بدءا من مصر وتشاد ومرورا بالسودان وليبيا، وذلك بالاستعانة برادار يستخدم طول موجة قدره ٥ , ٢٢سم. ويعد هذا الجزء من الصحراء أكثر مناطق العالم جفافا على الإطلاق، ففي بعض أنحائه لم يسجل هطول المطر سوى مرة واحدة خلال ٤٠ عاما، وعلى الأرض ترى الأفق دون أي تضاريس.

وكم كانت دهشة العلماء والمتخصصين في هذه المنطقة كبيرة عندما عرضت عليهم الخرائط التي سجلها الرادار. فقد لاحظوا باستغراب شديد وجود آثار نهر ضخم كان حجمه أكبر من حجم نهر النيل الحالي، وكان متصلا بشبكة كثيفة من الروافد والبحيرات قبل أن تنضب مياهه.

وقد أصبح تكوين مثل هذه الصور السلبية ممكنا، إذ إن الموجات القصيرة ـ السنتيمترية ـ الصادرة من مكوك الفضاء أو القمر الصناعي تخترق التربة الخالية تماما من الماء إلى عمق أمتار عديدة حتى تصطدم بالصخور الصلدة تحت التربة والتي تعكس هذه الموجات. ولذلك فإن الصور الضوئية الملتقطة من الطائرة لا تكشف شيئا.

بعد أن تزود الباحثون بهذه المعلومات هرعوا إلى الموقع وشرعوا بالتنقيب معيدين بذلك مشهدا يتراوح عمره بين أربعين ألفاً إلى مائة ألف سنة. وكانت

الصحراء آنذاك سهولا كثيفة العشب غزيرة المياه. وقد أظهرت التنقيبات حول ما كان في الماضي ضفاف النهر وجود آثار مساكن وسط أنقاض تدل على نشاط إنساني مثل فؤوس ورؤوس سهام.

وفي عام ١٩٨٤ أعيدت التجربة فوق شبه الجزيرة العربية باستخدام رادار محسن، وقد دلت الصور على وجود المدينة المطمورة «أوبار» أو «إرم». فقد رصد الرادار آثارا دقيقة للغاية لمسارات قوافل عبر مئات الكيلومترات في صحراء شبه الجزيرة العربية. فعلى مر العصور، سلكت الجمال المسارات ذاتها مما جعل رمالها وحصاها أكثر نعومة من المواد المحيطة بها. وتتأثر أصداء الرادار بهذا الاختلاف فتظهر مسارات القوافل كخطوط فاتحة.

وقد هرع الباحثون إلى الحصول على خريطة لخطوط سير القوافل القديمة، فلاحظوا أن كثيرا منها يتقاطع في نقطة واحدة. وسرعان ما انتقلوا إلى الموقع على الطبيعة غير أنهم لم يشاهدوا ما يلفت النظر، ولكن على عمق عدة أمتار تحت سطح الرمال كانت تربض أطلال مخزن وخان لإيواء القوافل. كما وجدت أطلال أخرى في موقع قريب دلت على وجود تجمع سكاني مهم. أ. هـ.

## مراجع وهوامش الباب الرابع عشر


(١) Space Exploration - Chambers Encyclopedic Guides, (pp. 139) Chambers, N.Y., 1992

(٢) تكرر موضوع الهلوسات الفضائية في بداية رحلات الفضاء مع عدة ظواهر ثبت فيما بعد أنها ظواهر طبيعية لم تكن معروفة حتى ذلك الحين.

(٣) تذكرنا هذه القصة بطبيعة الحال بقصة «زرقاء اليمامة» من تراثنا العربي، غير أن نهاية قصة زرقاء اليمامة كانت أكثر مأساوية من قصة جوردون كوبر.

(٤) مجلة أكتوبر القاهرة، ٢ أبريل ١٩٩٥.

(٥) مجلة Aviation week and Space Technology October 24.

(٦) «علم الآثار وتكنولوجيا الفضاء» ترجمة نبيل حسون، مجلة «الثقافة العالمية» عدد يوليو ١٩٩٤.

# الباب الخامس عشر

# مشكلات غير متوقعة في المدار
# الحطام الفضائي

*«كما أن التكنولوجيا تقدم لنا طفرات كبيرة في التعامل مع العالم من حولنـا فإنها أيضا تأتي لنا بمشكلات فـريدة وأحيانا غير متوقعة . . »*

إذا كان المثل العربي الشائع يقول إنه لا توجد ورود دون أشواك فإنه في مجال التكنولوجيا يمكننا أن نقول إنه لا تقدم دون آثار جانبية . غير أن الآثار الجانبية لتقنيـات الأقمار الصناعيـة هـي من نـوع طـريف حقـا مثـل ازدحام الفضـاء بمخلفات وحطام الأقمار الصنـاعية والسفن الفضائيـة . وإذا كنا لا يسعنا أن نغفـل المفـارقـة بين كلمتي «ازدحـام» و«فضـاء» فـإن العلماء المشغـولين بهذه المشكلة قد لا يرون فيها مشكلة طريفة على الإطلاق، بل مشكلة واقعية يمكن -إن تركت دون مواجهة- أن تهدد مستقبل الإنسان في الفضاء .

وتـرجع المشكلـة إلى أن هنـاك حاليـا آلافاً مـن أجـزاء الصواريـخ والأقمار المتخلفة عـن مئات الإطـلاقات والـرحلات الفضـائية، وتخلـق هذه الأجـزاء المحلقـة في المدار مشكلة كبرى لـلأقمار الصناعيـة ومحطات الفضـاء العاملـة لاحتمال اصطدامها بها .

وليست هذه المشكلة مجرد احتمال، فقد اضطر القـائمون على توجيه مكوك الفضاء إلى تغيير مسـاره في عدة رحلات ليـدور حول أجسـام فضائية سـابحة لتفـادي التصـادم، كما أن قمـرا أمـريكيا واحـدا على الأقـل قـد دمـر نتيجـة اصطـدامه بجسـم شـارد[1] . ومن نـاحية أخـرى فقد سجـل العلماء انفجارا ضخما وغـامضـا للقمـر الصنـاعـي كـوزمـوس- ١٢٧٥ وهـو قمـر مـلاحـة سوفييتـي[2] على ارتفاع ١٠٠٠ كيلو متر بعد سبعة أسابيع فقط من إطلاقه، ويظن أن الانفجار كان نتيجة ارتطامه بجسم صناعي متحرك بسرعة كبيرة .

وقد قدرت وكالة «ناسا» أخيرا أن نسبـة احتمال تحطم سفينتها الفضائية «ألفا» والمقـرر إطـلاقها عـام ٢٠٠٠ خـلال السنـوات العشر التـاليـة لإطلاقهـا نتيجـة لارتطـامها بجسـم فضائي تبلـغ ١٠٪[3]، وهـي نسبة عـالية بطبيعـة الحال، ولا

يمكن تجاهلها في التخطيط لأي مهام مستقبليـة . وقد بلغ الاهتمام بهذا الموضوع أن عقـد في سبتمبر ١٩٩٤ مؤتمر للحطـام الفضـائي في جامعـة «كنـت» البريطانيـة لمناقشة المشكلة واقتراح الحلول قبل تفاقمها إلى الحد الذي تصعب معه المواجهة .

## من أين يأتي الحطام الفضائي؟

وبخصوص مصـدر هذا الحطـام فلعلنا نـذكر أن الحمـولة المفيـدة من أي قاذف قد لا تتجاوز ٢٪ من وزن الصاروخ ، ورغـم أن الجزء الباقي أكثره وقود يتم إحراقه خلال رحلة الصعود إلى المدار، فـإن الجسم الذي يحتوي على الوقود والـذي يتكون عـادة من مـراحل متعـددة يتم التخلـص من أجـزائه تباعـا في الفضـاء . ومعظم هـذه الأجزاء يتـم احتراقها في الغـلاف الجوي خلال رحلـة السقوط تحت تـأثير الجاذبية ، غير أن جـزءا منها يصـل إلى مدار مستقـر يظل يدور فيه حول الأرض إلى أمد بعيد .

من ناحية أخـرى فقد تضطر ظروف بعض الإطلاقـات الفضائية القائمين عليها إلى تفجير الصاروخ أو الحمولة الأمر الذي يؤدي إلى أن تناثر مكوناتها في الفضـاء مضيفة إلى الحطـام الـذي يسبـح هائما في المدارات . وفي فترة اختبـار مشروع مبادرة الـدفاع الإستراتيجيـة المعروفـة باســم «حرب النجـوم» ، والذي توقـف العمل فيـه بعد انهيـار الاتحاد السوفييتـي ، تم تفجير عـدد من الأقمار الصناعية لاختبار التقنيات المستحدثة في ذلك المشروع .

## آلاف القطع الكبيرة وملايين القطع الصغيرة

ويقدر الحطام الموجـود حاليا في المدارات المختلفة بنحو ثـلاثة آلاف طن ، وتتراوح هذه الأجـزاء في حجمها بين أقمار صنـاعية معطـوبة أو خـرجت مـن التشغيـل يصل حجمهـا إلى حجم الأوتـوبيـس وحبيبات صغيرة مـن الوقـود الصلب المتخلف عن الصواريخ .

وهناك أكثر من ثـلاثة وعشرين ألف جسم تم إطلاقهـا للفضاء منذ رحلة سبوتنيك-١ في أكتوبـر ١٩٥٧ . ومن هذه الأجسام فإن أكثر مـن ثلاثة عشر

ألفا تم إطلاقها إلى مدارات منخفضة، ومع الوقت فإنها تدخل أكثر وأكثر في مجال الجاذبية الأرضية وفي النهاية تسحبها الأرض إلى داخل الغلاف الجوي حيث تحترق. وبقي من هذه الأجسام سبعة آلاف وخمسمائة جسم فضائي كبير يبلغ قطرها أكثر من متر، منها ألفا قمر صناعي (منها نحو ثلاثمائة وخمسين قمرا عاملا) وعدد كبير من أجزاء الصواريخ المستهلكة.

وبالإضافة إلى ذلك فهناك عدد كبير من الأجسام الناتجة عن انفجار الصواريخ وأغلفة الحمولات التي يتم التخلص منها وغير ذلك. ويبلغ العدد الإجمالي للأجسام التي تم حصرها من هذه الأنواع كلها أكثر من سبعين ألف قطعة ويزيد هذا العدد بمقدار مائتين كل عام. وبالنسبة للأجزاء الكبيرة من هذا الحطام فإنه يمكن رصدها عن طريق الرادار وحصرها وتصنيفها في كتالوجات كما يفعل الفلكيون مع الأجرام السماوية الطبيعية، ويمكن عندئذ متابعة حركتها ومداراتها لتفادي الاصطدام بها.

ولأن معظم هذا الحطام متخلف عن أقمار صناعية، فإنه يدور في اتجاه دوران هذه الأقمار نفسها وهو عادة من الغرب إلى الشرق. ويقلل هذا من احتمال الاصطدام بأقمار في المدار نفسه. غير أن الأقمار الصناعية في مدار ما قد تصطدم بالحطام من مدار آخر متقاطع معه ويكون الاصطدام شديدا. ويمكن تشبيه الموقف هنا بسباق في الجري حول مضمار معين، ويكون السباق في حارات متجاورة، ونرى عندئذ أن احتمال اصطدام المتسابقين ببعضهم وهم يجرون متتابعين في اتجاه واحد ليس كبيرا، ولكن احتمال التصادم يأتي إذا كان هناك متفرجون أو متسابقون آخرون يجرون في اتجاهات متعارضة تتقاطع مع خطوط السباق الأصلي.

وهناك مشكلة خاصة تتعلق بالمدار «الثابت» أو «المتزامن مع حركة الأرض» فإنه مع تزايد الأقمار الموضوعة فيه يتعين تخصيص مواقع محددة لكل قمر حتى لا يتداخل في إرساله مع أقمار أخرى وحتى لا تنفرد دولة أو مجموعة من الدول باستغلال هذا المدار دون غيرها. ولهذا فقد تشكلت لجنة دولية لتنسيق وضع الأقمار الصناعية في المدار «الثابت»، وتقوم هذه اللجنة بتلقي الطلبات من

الدول والمنظمات الأعضـاء -مثل عـربسات مثلا- لتخصيـص موقـع لها فوق منطقة معينـة لعزمها على إطلاق قمـر في هذا الموضع مستقبلا، وتتـولى اللجنة أيضا تخصيص الترددات التي تذيع عليها هذه الأقمار.

ومن هنـا نرى أن كثافة الحركـة على المدار الثابت أعلى منهـا على أي مدار آخر. ويـزداد هذا الازدحام عامـا بعد عام. ولكن لأن الأقمار كلهـا تتحرك في اتجاه واحد وبسرعـة ثابتة وبطيئة نسبيـا فإن هذا المدار لم يسجـل حتى الآن أي حوادث تحطم أو اصطدام لأقمار صناعية.

## آثار الاصطدام المداري

لتقدير آثار الاصطدام في المدار يجب أن نضـع في اعتبارنا السرعات الكبيرة التي تتحرك بها هذه الأجسام، سواء أجـزاء الحطام أو القمر الصناعي نفسه. وتبلغ هذه السرعة في المتوسط مـابين ١٧,٥٠٠ إلى ٢٥ ألف ميل في الساعة أو نحو عشرة كيلـومترات في «الثانية» وهـي سرعة هائلـة إذا ما قيست بمقـاييس سرعاتنا الأرضية. وعند هذه السرعات تبلغ الصدمة الناتجة من جسم في حجم حبة الأسبرين قـوة الصدمة نفسها الناتجة من سيـارة صغيرة تتحرك بسرعة ٦٠ ميلا في الساعة.

وبطبيعة الحال فإنه كلما زاد حجم القمر الصنـاعي أو المحطة الفضائية زاد تعرضـه لخطر الاصطـدام بقطعة من الحطـام. ولذلك فـإن المحطة الفضـائية «ألفا» تواجه خطرا أكبر من المعتاد لحدوث هذا الاصطدام، وهو السبب الذي جعل قدرا كبيرا مـن التركيز والاهتمام يتحول نحو دراسة هذه الظـاهرة. وتحتل محطة الفضـاء «ألفا» حجما تصـل أبعاده إلى أبعاد ملعـب لكرة لقـدم، وتتميز بعدد كبير من الألواح الشمسية الممتدة لإمدادها بالطـاقة مما يزيد من تعرضها لخطر الاصطدام.

لكن مـن بين كل الأجسام الخطرة التـي تجوب الفضاء فإن أكثرهـا خطورة هـي الأجـزاء الصغيرة التـي يتراوح قطـرهـا بين سنتيمتر واحـد وخمسـة عشر

سنتيمترا. وتنتج هـذه الأجسام الصغيرة والتـي يصعب رصـدها بـالرادار مـن انفجار بقـايا الـوقود في مـراحل الصـاروخ المستهلكة والـذي ينتج عنـه تفتت غلاف المرحلة إلى أجزاء صغيرة.

وأخيرا فإن هناك أكثر من ثلاثة ملايين قطعة صغيرة لا يتعدى قطرها جزءا من السنتيمتر. ولا تقـل خطورة الاصطـدام بهذه الجزيئات الضئيلـة كثيرا عن خطر الاصطدام بالأجسام الكبيرة، بـل إنها تمثل الخطورة الأكثر احتمالا، ففي الرحلة السابعـة لمكوك الفضاء أبلغ طاقم المكوك عن وجـود أثر اصطدام قطره أربعة ميلليمترات على إحدى نوافذ المركبة، وعند تحليل آثار الارتطام بعد عودة السفينة وجد أنها نتجـت من قطعة شاردة مـن طلاء قمر صناعـي بقطر ٠,٢ من الملليمتر. وبطبيعة الحال فإن خطورة الحادث تكمن في أنه كان من الممكن أن يدمر النافذة بما يتبع ذلك من عواقب غير منظورة.

## مكنسة فضائية لالتقاط الحطام وحلول أخرى

بعـد أن أصبح خطـر الاصطدام بـالحطـام الفضائي واقعـا محققا دخلـت المشكلـة في بؤرة الاهتمام، خـاصة أنها أصبحـت تمثـل خطورة على حيـاة رواد الفضاء، وهو أمر لا يمكن المجازفة به. وفي الوقت الحالي لم يستقر العلماء تماما على ما يمكن عمله لحل هذه المشكلة. وهناك عدة حلول قيد البحث، فهناك اقتراح بتخصيص مـدار خاص يعمل كمقبرة للحطـام الفضائي ويتـم تحويل الأقمار المنتهي عمرها إليه بعيدا عـن الأقمار العاملة. كما أن هناك إمكان قذف المراحـل الصـاروخيـة خـارج المدار لتسحبها جـاذبيـة الأرض بعـد أن تطلـق حمولتها. ويتطلـب ذلك بطبيعة الحال تـزويد تلك المراحـل بنافثات إضـافية تعمل على تحويلها خارج المدار.

وقد لـوحظ أن القسـم الأكبر من الحطـام الفضائي ينتـج من انفجـار المراحل الصـاروخية المستهلكـة بعد أن تطلق حمولتهـا نتيجة بقـايا الـوقود فيها. فمثـلا نتج عن انفجـار سبعة من صواريـخ المرحلة الثانيـة للقاذف «دلتـا» حوالي ثلـث مجموع الحطـام في الفضاء. وقـد حدثـت بعض هـذه

الانفجارات بعد ثلاثة أعوام من إتمام هذه القاذفات مهمتها الأصلية بنجاح. ويتم حاليا إعادة إشعال هذه المراحل الصاروخية بعد إطلاق حمولتها لتخليصها من الوقود المتبقي.

غير أن الحل الحاسم للمشكلة يكمن في تنظيف المدارات بالتقاط هذا الحطام، والتخلص منه بطريقة آمنة. وقد يستطيع مكوك فضائي مزود بذراع آلية أن يقوم بهذه المهمة. وقد ظهرت أخيرا بعض نتائج الأبحاث في هذا الصدد، حيث أعلن أحد العلماء في جامعة أريزونا بالولايات المتحدة[٤] عن اختراع «مكنسة» فضائية تقوم باصطياد الأقمار الصناعية الشاردة وتفصل الأجزاء القابلة لإعادة الاستخدام منها مثل المرايا الشمسية، وتضع الباقي في سلة يمكن إرسالها للغلاف الجوي لتحترق.

ورغم أن الحل النهائى والأمثل للمشكلة لم يظهر بعد، فإنه أصبح واضحا أنه لا يمكن تأجيل التفكير فيها كثيرا. ذلك أنه إن لم نفكر في حل هذه المشكلة الآن واستمر العالم في إطلاق الأقمار بالمعدل نفسه دون طريقة مضمونة للتخلص منها بعد انتهاء عمرها، فإننا سنصل قريبا إلى مرحلة لا يمكن فيها إطلاق قمر صناعي مع قدر معقول من الاحتمال أنه سيكمل مهمته دون الاصطدام بحطام أقمار صناعية أخرى. وإذا حدث ذلك فسوف يكون خطأ نتيجته تعويق برنامج الفضاء في الوقت نفسه الذي أصبح من الممكن تسخيره بكفاءة لخدمة الإنسان.

## هوامش ومراجع الباب الخامس عشر

(١) The Sunday Times, 21 August 1994.

(٢) موسوعة كمبردج للفضاء، ١٩٩٠، مطابع جامعة كمبردج.

(٣) مرجع سابق.

(٤) جريدة الأهرام، ٦ يناير ١٩٩٥.

# الباب السادس عشر

# الجوانب القانونية والتشريعية لاستخدام الفضاء

على الرغـم من أن غزو الفضـاء واستكشافه قامـت به مجموعـة صغيرة من الدول المتقدمة، فإن الفضاء نفسه يظل ملكا لشعوب الأرض جميعها وليس من حق أي دولة أو مجموعة من الدول الاستئثار بفوائده.

ومن هنا نشأت الحاجة إلى تقنين الفضاء، ووضـع المعاهدات الدولية التي تحكم استخدامـه. و تم لهذا الغرض إنشاء لجنـة تابعة للأمـم المتحدة سميت «لجنة الأمم المتحدة للفضاء» لوضع القواعد التي تحكم الاستخدامات السلمية للفضاء. وفي عام ١٩٦٧ تـم توقيع معاهـدة الفضاء الخارجي Outer Space Treaty. وهـذه القواعـد تشمـل مسائل عـديـدة ومتنـوعة تتراوح بين وضـع مفاعـلات ذرية في الفضاء إلى مسائل تعـريفية و إجرائيـة وقانونية مثـل تحديد ارتفـاع الفضاء فـوق دولة مـا إلى تقسيم وتنظيـم استخدام الموارد المحـدودة في الفضاء مثل المدار الجغرافي الثابت.

وهناك أيضـا «الاتحاد الدولي للاتصـالات» ويختص بتنظيم الأمـور المتعلقة بالاتصالات الفضائية.

وهناك أمـور لم يتم تنظيمهـا بشكل عـالمي بعد، مثـل محطات الفضـاء أو إطلاق المسابـر الكونية أو القاذفـات الفضائية، و إن كان لكـل دولة أن تضع لنفسها القوانين المنظمـة لهذا النشاط وأن تدخل في اتفاقيات ثنـائية أو جماعية لتنظيم مثل هذه القضايا.

## المجال الفضائي الإقليمي

ومن أهم القضايا التشريعية في هذا المجال تحديد تعريف الفضاء، وهناك اتفاق على أنـه فوق كـل منطقة جغـرافية هنـاك مايسمـى بـ «المجـال الجوي» ويخضـع -مثل الميـاه الإقليمية- لقـوانين الدولـة التي ينتمـي إليها ولا ينبغـي انتهاكه دون إذن هذه الدولة. وبعد ارتفـاع معين فإن الفضاء فوق تلك المنطقة

الجغرافية يخرج عن كونه مجالا فضائيا وطنيا أو (فضاء إقليميا) إلى كونه (فضاء دوليا) تحكمه -مثل المياه الدولية- تشريعات دولية، وكان الاختلاف في تحديد حدود هذا الفضاء.

وبطبيعة الحال فإن هناك مصالح متعددة تحكم هذا التحديد. فلو حدد ارتفاع الفضاء الإقليمي بمسافة معينة -ولتكن ١٠٠كم مثلا- فإن هذا يعني أن أي نشاط فضائي يجري تحت هذا الارتفاع يكون خاضعا للدولة ويتطلب إذنا منها. وعندئذ فإن هذا الحظر أو هذا الإذن سوف يمتد إلى أنشطة الإطلاق الفضائي من دولة مجاورة أو بعيدة يمر مسار قاذفاتها بالمجال الفضائي لدولة أخرى.

وتخشى الدول ذات النشاط الفضائي الكثيف أن تؤدي هذه التشريعات إلى الحد من نشاطها أو إلى ضرورة الإعلان عن أنشطة سرية أو إلى اضطرارها إلى دفع رسوم لحق المرور.

## المدار الجغرافي الثابت

طالب عدد من الأقطار الاستوائية بحقوق السيادة على هذا المدار الذي يقع فوق حدودها الجغرافية، وطالبوا بتعويضات مالية في مقابل استخدام هذه «الثروة الطبيعية». ولا تعترف معظم دول العالم بهذا الادعاء معتمدين على المادة ٢ من «معاهدة الفضاء الخارجي» والتي تنص على أن «الفضاء الخارجي ليس موضوعا للتقسيم بين الدول سواء بادعاءات السيادة أو حق الاستخدام أو الوجود أو أي ادعاءات أخرى».

من ناحية أخرى فإن الترددات التي تخصص للإرسال من هذه الأقمار محدودة أيضا ولذلك كانت موضوعا للاتفاقيات الدولية في مؤتمر «الاتحاد الدولي للاتصالات» عام ١٩٧١.

## الاستشعار عن بعد والمسح الفضائي

هل من حق أي دولة تملك التقنية الفضائية أن تصور وتستشعر ماهو داخل الحدود الجغرافية لدولة أخرى؟ وهل هناك أي حدود لمثل هذا الاستخدام للتقنية الفضائية؟ من الطبيعي أن يكون هذا السؤال المثير محل مناقشة موسعة بين العديد من الدول التي تملك التقنية وتلك التي تريد الاستفادة منها أو حتى حجب المعلومات داخل حدودها حتى يتسنى لها الوصول إلى المستوى الذي يسمح لها بالاستفادة منها استفادة كاملة.

وقد تطورت هذه التقنية تطورا سريعا وتعددت مجالات استخدامها كما رأينا في الباب المخصص لذلك، كما أنها دخلت حديثا -خلال عشر السنوات الماضية- مجال الاستغلال التجاري. فالصور الناجمة عن المسح الفضائي لأقمار سبوت الفرنسية ولاندسات الأمريكية تباع دون قيود وتستخدمها جهات عديدة.

طرح هذا الموضوع على لجنة الأمم المتحدة، وتم الوصول إلى اتفاق جماعي فيه يقضي بأن حرية التصوير غير مقيدة استنادا إلى سابقة اتفاق بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي في اتفاقية الحد من الصواريخ الباليستية Anti-Ballistic Missile Treaty (ABM) في عام ١٩٧٢ في عهد الرئيس الأمريكي الأسبق ريتشارد نيكسون والتي تنص على أن «أيا من الدولتين لا تتدخل في وسائل الاستطلاع لدى الدولة الأخرى».

لكن هناك وجهة نظر لدى الأقلية تعارض هذا الحق المفتوح وتطالب بسيادة الدول على المعلومات المتعلقة بمواردها الوطنية، ولكن حيث إن هذه الدول على أي الأحوال عادة من الدول «المراقبة» -بفتح القاف- والتي لا تملك قدرات ذاتية في الفضاء فإنه من المشكوك فيه أن تستطيع تغيير هذه التشريعات لصالحها. ويبقى سطح الأرض وما تحت الأرض مفتوحا بلا حدود للمراقبة والاستطلاع، محدودا فقط بدقة وسائل الاستطلاع والاستشعار والتي تتزايد بشكل مطرد يوما بعد يوم.

وهناك قضيـة أخطر وأكثر غـرابة، وهي تكشف عـن المخاطر التـي تحيق بالدول النـامية، والتي هي في الواقـع خارج نطاق التكنولوجيـا والتأثير، وهي قضية حق نقل المعلـومات الاستطلاعية إلى طرف ثالـث، . وبعبارة أخرى هل من حق دولة ما (أ) والتي تملك معلـومات الاستطلاع عن دولة أخرى (ب) أن تسلم هذه المعلومات لدولة ثالثة (ج).

بطبيعـة الحال يمكننـا أن نفترض أن الدولتين (ب)، (ج) في حـالـة عـدم توافق. سيفترض القارىء العربي، الذي هو عادة من الدولة (ب)، أن تسليم الدولة (أ) المعلـومات للدولة (ج) هـو عمل يدخل في نطـاق الأعمال العدائية وأنه سيكـون محظورا طبقا للقـانون الدولي، لكنـه سيفاجأ بـأن هذا الافتراض ليس صحيحا.

ففي عام ١٩٨٢ وبعد أن كان هـذا الموضوع محل اعتراض الدول النامية في عدة جـولات للأمم المتحدة ولمدة سنـوات طويلة غيرت البرازيل -وهـي دولة ناميـة- موقفهـا وتقدمـت باقتراح يسلب حـق الدولـة «المراقبة» الإذن بتـوزيع المعلومات الخاصة بها. ولتغطية هذا الموقف الغـريب أضافت البرازيل اقتراحا بحق الـدولة (ب) في الاطلاع على المعلومـات الخاصة بها والتي تسلـم للـدولة (ج)، ولكن هذا الاقتراح سقط عند التصويـت النهائي وأصبح حق الحصول وتوزيع المعلومات مفتوحا ومطلقا بمقتضى القانون الدولي.

والمشكلة الثالثة فيما يختص بالاستشعـار والمسح الفضائي هي الشروط التي بمقتضاها يكون للدولة الحق في الاطـلاع على المعلومات الخاصة بما هو داخل حدودها. ومـن الطبيعي أن تتوقع الـدول النامية أن يكون مـن حقها الحصول على المعلومـات عن أراضيهـا بمقتضى شروط تفضيلية، وقـد عرضـت الدول الناميـة أن تحظى بهذه المعاملة التفضيليـة في مقابل التنازل عـن حقها في الإذن بتـوزيـع المعلـومـات عنهـا إلى دول أخـرى. غير أن الـدول الغـربيـة المالكـة للتكنولوجيـا رفضت منح هذه المعـاملة التفضيلية واكتفت بعـدم حجب هذه المعلومات عن الدولة المأخوذة منها وإتاحتها لها بأسعار «عادلة».

وهكذا خرجت الدول النامية من قضية مسح موارد كوكب الأرض خاوية الوفاض تقريبا حيث لم يكن عندها على الإطلاق ما تفاوض به، فهي لا تستطيع منع الأقمار الصناعية من كشف أراضيها ولا تملك معلومات مماثلة لتقايض بها، وهي في أحيان كثيرة لا تستطيع حتى معالجة هذه المعلومات والاستفادة منها، ولا تستطيع أن تتسلم المعلومات الخام، بل لابد لهذه المعلومات أن تعالج في مراكز الدول المتقدمة وأن تدفع الدول النامية ثمن هذه المعالجة.

ثم من الذي يملك حجب وإتاحة هذه المعلومات؟ وما العوامل التي تحكم هذه الإتاحة؟ لا شك في أنه يكون من السذاجة المطلقة أن تظن الدول النامية أن أسعار السوق هي التي تحدد توزيع هذه المعلومات وأنها تملك في كل الأحوال شراءها في سوق مفتوحة.

ولنفترض، على سبيل المثال، أن دولة ما اكتشفت بتحليل المعلومات التي حصلت عليها أقمارها احتمال وجود طبقات للبترول أو الغاز أو حتى مكامن للمياه الجوفية في منطقة الشرق الأوسط، هل يمكن تصديق أن هذه المعلومات ستكون متاحة بمجرد الحصول عليها من الأقمار الصناعية. إن أبسط درجات الذكاء يقتضي ألا تتاح هذه المعلومات إلا عندما لا تكون هناك فائدة منها لمن حصلوا عليها أولا. والواقع أن هذه المعلومات تمر بالمراحل الآتية قبل أن تصل إلى أصحابها الذين لن يطلبوها غالبا إذ لا يطلبها إلا الذي يعرف أولا بوجودها وثانيا بأهميتها:

١- تحليل هذه المعلومات تحليلا سريا لتحديد درجتها من الإتاحة والحجب.

٢- تحويل هذه المعلومات إلى المراكز المتخصصة لتحديد السياسات والإستراتيجيات تجاهها.

٣- تسليم المعلومات للشركات والاحتكارات والجهات الغربية التي يمكن أن تستفيد منها في وضع مخططات الاستكشاف وشراء حقوق التنقيب.

٤- تسليم هذه المعلومات -طبقا لقوانين الفضاء المفتوح- إلى دولة ثالثة قد تكون لها إستراتيجيتها في الهيمنة.

٥- في هذه المرحلة فقط وبعد مضي وقت كاف ليضع كل طرف خططه واحتمالاته تتم إتاحة هذه المعلومات -بقدر- للدولة التي أخذت منها هذه الاستطلاعات.

ويجب علينا هنا أن نذكر أن الغرب يفرق بين نوعين من المعلومات التي يحصل عليها من الأقمار الصناعية، هذه التفرقة في ذاتها تضمن انحياز عملية الاستفادة من المعلومات لصالح الدول الغربية. وهذا التصنيف هو الاستطلاع العسكري والاستشعار المدني، والفرق بينهما هو درجة الدقة. فالقمر الفرنسي سبوت مثلا يلتقط الصور بدرجات مختلفة من الدقة تصل إلى أقل من متر واحد، ولكن ما يباع منها في السوق المدنية هو ما تقل دقته عن عشرة أمتار، أي لا يبين أي ملامح على الأرض لتضاريس تقل عن عشرة أمتار. وهكذا تكفل الدول المنتجة للتكنولوجيا لنفسها الاحتفاظ بـ «القطفة» الأولى من ثمرة المعلومات وتعطي الدول النامية ما تبقى.

## الاتفاقيات الدولية في مجال الفضاء

بعد أن ناقشنا قضية المعلومات، وهي التي تهم الدول النامية بصفة خاصة باعتبارها تتعلق باستغلال مواردها، يمكننا الآن أن ننظر إلى أهم الاتفاقيات الدولية التي تمثل في مجموعها قانون الفضاء ثم في البنود التي يحتويها.

وأهم اتفاقية في قانون الفضاء الدولي وأكثرها شمولا هي «معاهدة الفضاء الخارجي» الموقعة في ٢٧ يناير ١٩٦٧ والتي تمثل الأساس في قانون الفضاء الحالي. وبالإضافة إلى هذه الاتفاقية هناك عدة اتفاقيات دولية وقرارات للجمعية العامة للأمم المتحدة تعالج قضايا معينة تتصل باستخدام الفضاء الخارجي، وهذه الاتفاقيات هي[1]:

- اتفاقية موسكو لعام ١٩٦٣ بشأن حظر إجراء التجارب النووية في الفضاء أو على سطح الأجرام السماوية.

- قرار الجمعية العامة في ١٩ ديسمبر ١٩٦٦ ويقضي بحرية استكشاف الفضاء الخارجي والأجرام السماوية.

- اتفاقية ١٩٦٨ حول إنقاذ رجال الفضاء (٢٢ أبريل ١٩٦٨).

- اتفاقية ١٩٧٢ بشأن المسؤولية عن الأضرار الناجمة عن الأجسام المرسلة إلى الفضاء (٢٩ مارس ١٩٧٢).

- اتفاقية ١٩٧٥ بشأن تسجيل الأجسام المرسلة إلى الفضاء (١٤ يناير ١٩٧٥).

- اتفاقية ١٩٧٩ وتتعلق بنشاط الدول فوق القمر والأجسام السماوية الأخرى (١٨ ديسمبر ١٩٧٩).

- الاتفاقيات المنظمة لتشغيل أقمار الاتصالات الدولية: تمت سلسلة من هذه الاتفاقيات في مؤتمرات متتالية تابعة للاتحاد الدولي للاتصالات بدأت مع بداية عصر الفضاء، وتتعلق البنود الخاصة بها بالقضايا الفنية الخاصة باستخدام موجات الراديو وتخصيص مواقع الأقمار على المدار الجغرافي الثابت وغير ذلك من التفاصيل الفنية (١٩٥٩، ١٩٧١، ١٩٧٧، ١٩٨٣، ١٩٨٥، ١٩٨٨).

## أهم ملامح القانون الدولي للفضاء الخارجي

رغم أن قانون الفضاء وتطبيقه العملي جاء خاليا تقريبا من الضمانات لحقوق الدول في المعلومات حول ثرواتها الأرضية كما سبق أن أوضحنا، فإن القانون في جانب نشاط استكشاف الفضاء جاء مساندا لروح التعاون الدولي وجعل الفضاء وموارده ملكا لجميع الدول (وإن كان هذا في التطبيق العملي يعني الدول التي تستطيع الوصول للفضاء).

ويمكن أن نستعرض هنا البنود الأساسية التي جاءت في قانون الفضاء الدولي وما تحتويه من مبادىء[٢]:

- مبدأ حق الاستكشاف والاستخدام: تنص الفقرتان الأولى والثانية من معاهدة الفضاء الخارجي الدولية (١٩٦٧) على أن استكشاف واستخدام الفضاء الخارجي بما في ذلك القمر والأجسام السماوية الأخرى هو حق للإنسانية جمعاء.

- مبدأ عدم استخدام الفضاء للأغراض العسكرية: تنص الفقرة الرابعة على منع وضع الأسلحة النووية وأسلحة الدمار الشامل في مدارات حول الأرض، بينما تقضي الفقرة الخامسة بتجنب النشاط الذي يعوق الاستخدام السلمي للفضاء.

ولا تقضي الفقرة الرابعة بحظر الاستخدامات العسكرية الأخرى للفضاء (فيما عدا القمر والأجسام السماوية المحكومة باتفاقية ١٩٧٩)، ومن هنا جرى تطوير مشروع حرب النجوم الذي سبق لنا التعرض له والذي يعد أكبر استخدام عسكري للفضاء على الإطلاق، وهو يخالف دون أدنى شك روح هذه الاتفاقيات ويكشف كيف تتعامل الدول الكبرى مع الاتفاقيات الدولية. ولعل ذلك تم تحت غطاء أن ما كان يجري في هذا المشروع الهائل كان في مرحلة الأبحاث والتطوير ولم يصل إلى مرحلة وضع أجسام في الفضاء.

- مبدأ المحافظة على سلامة كوكب الأرض ككل: (الفقرة التاسعة): تنص هذه الفقرة على أن تراعي الدول في أنشطتها الفضائية ألا تقوم بإدخال أي مواد فضائية غريبة قد تؤثر في بيئة الأرض.

- مبدأ المحافظة على سلامة رواد الفضاء: تنص المادة الخامسة من معاهدة الفضاء الخارجي على أن رواد الفضاء هم بمنزلة ممثلين للإنسانية جمعاء، ومن هنا تضمن الدول سلامتهم وتمد لهم يد المساعدة عند نزولهم في أراضيها أو عند

وقوع أي حوادث، وقد عـزز هذا البند في اتفاقية إضافيـة مخصصة لهذا الغرض وقعت في عام ١٩٦٨ .

- مبدأ التعـاون والشفافية: تنص الفقـرة العاشرة من معـاهدة ١٩٦٧ وكذلك الاتفاقية المكملة في ١٩٦٨ على أن تبلغ الدول الموقعة على المعاهدة سكرتير الأمم المتحدة، والجهات العلمية والعـالم ككل بطبيعة الغرض من أنشطتها الفضائية ومواقع ونتائج الإطلاقات التي تتم في الفضاء، وأن تتم متابعة الأجسـام التي يتم إطلاقها. كما وقعت في ١٩٧٥ اتفـاقية لتسجيل الأجسام التي تطلق في الفضاء. كذلـك فإن جميع المواد والمركبات التي يتم إحضارها من القمر أو من الأجسام السماوية الأخرى يتم إتاحتها للموقعين على الاتفاقية.

- مبدأ مسؤولية الدولة عن أنشطتهـا الفضائية (المادتان ٦ ، ٧ واتفاقية عام ١٩٧٢) وتلتزم الدول بتعويـض الغير عن أي أضرار تلحق بهم نتيجة أنشطتها الفضائية.

ومـن الواضـح والطبيعـي أن الاتفاقيـات والمعاهـدات الخاصـة بالفضـاء الخارجي تظل في حـالة سيولة وتغير مـادام هذا المجال باقيـا في تطوره السريع الذي مر به منذ نشأته حتـى الآن. كما أن بنود وشروط هذه الاتفاقيات تفرضها الدول التـي تمارس نشاطا فضـائيا، ولا يـوجد -في الواقـع العملي- أي اعتبار يذكر للدول الأخرى التي لا وجود لها في الفضاء.

## مراجع وهوامش الباب السادس عشر


(١) الدكتور إحسان هندي ـ القانون الدولي في الجو والفضـاء ـ مجلة القوات الجوية، الإمارات العربية المتحدة العدد ٦٥، أكتوبر ١٩٩٥ .

(٢) المرجع السابق مع إضافة تفاصيل من موسوعة كمبردج للفضاء ـ ١٩٩٢ .

# الباب السابع عشر

# العرب وعصر الفضاء

*«إن القرن الواحد والعشرين سوف يكون أشبه بشركة مساهمة يجلس ضمن مجلس إدارتها من أسهموا في رأسمالها. أما العاطلون عن المساهمة أو الطالبون وظيفة أو السائلون مساعدة فمن الصعب أن نراهم في مقاعد مجلس الإدارة»*

**من مقال للأستاذ محمد حسنين هيكل**
**الأهرام ٢٩/ ١٠/ ١٩٩٤**

يتساءل الكثيرون عن دور وموقع العرب في عصر الفضاء سواء في الحاضر أو في المستقبل المنظور، وعن الإمكانات المحتملة لاحتلالهم مثل هذا الموقع وكيفية تحويلها إلى واقع ملموس.

والحديث عن موقع العرب ودورهم في عصر الفضاء حديث ذو شجون ككل حديث عن الشأن العربي في هذه الأيام التي انحسرت فيها إرادة وحدة العمل العربي إلى حد يثير الدهشة ويبعث على الحزن.

ومن المهم هنا أن نذكر بوضوح كامل واختيار دقيق للألفاظ أن مصر -الدولة العربية- كانت قد بدأت في الستينيات في اجتياز عتبة تكنولوجيا الفضاء بتصنيع مصري لصواريخ كان من الممكن تطويرها لتحمل أقمارا صناعية إلى المدار، وأن هذه الصواريخ تم تطويرها عبر أكثر من مرحلة بدأت من صاروخين من مرحلة واحدة سميا «القاهر» و«الظافر»، وصولا إلى صاروخ متعدد المراحل سمي «الرائد»، وأن مصر كانت في هذا المضمار متفوقة على دول كثيرة دخلت مجال الفضاء بعد ذلك ومنها إسرائيل.

وصاحب تلك التجربة اهتمام بدعم معاهد البحث العلمي في ذلك المجال، وتجهيز المصانع وخلق الكوادر القادرة على متابعة التجربة والتعلم من الخبراء الألمان الذين عملوا في هذا المجال في تلك الفترة، ونقل الخبرة والمعرفة وعنهم.

وإذا كـانت هـذه التجـربة قـد أجهضـت قبل أن تـؤتي ثمارهـا الكاملـة، وتوقفت مصر عن استكمال مسيرتها في هذا المجال، فإن هذا حدث نتيجة حملة بالغة الشراسـة شنتها في ذلك الوقت قـوى عديدة متحالفة واستخـدمت فيها كل الوسائل بما فيهـا تهديد ومحاولة اغتيال علماء الصواريخ الألمان الـذين كانوا يعملون في البرنـامج في ذلك الـوقت وإلى جـوارهم علماء مصر ومهندسـوها، وانتهت بحرب ١٩٦٧ التي كـانت موجهة ضد المد القومـي العربي الذي كان قد بدأ يهدد مصالح كثيرة.

وجاءت بعـد ذلك فترة انحسـار قومي -مـازالت بكـل أسف ممتـدة حتى الآن- خفت فيهـا الكلام عن الطمـوح العربي والمشروعـات القومية العـربية، وتوارت إلى عالم النسيان التجارب الناجحة التـي كدنا بها ندخل عصر الفضاء في بدايته، وأصبـح هناك من أجيالنـا الجديدة من لا يصدق حتـى أننا نملك القدرة على استيعـاب وتطوير التقنيات الحديثـة، واستقر في الأذهان أننـا أمة مستهلكة للتكنـولوجيا وأن حديثنـا عن دخول عصر الفضاء ضرب مـن الحلم واستبدال الفعل بالتمني.

وهناك أمم أخرى أصابها ما أصاب العـرب من تآمر وهزيمة وانكسار، وعلى رأسها ألمانيا التي هـزمت هزيمة ساحقة في حـربين متتاليتين، وفرض عليها ألا تقيم صناعة أسلحة، وخرجت من هذا الحظر الذي فرض عليها في معاهدة فرساي بعد الحرب العالمية الأولى باختراع الصواريخ التي لم يكن يشملها هذا الحظر لأن العالم لم يكن يعـرفها بعد كسلاح للحرب الحديثة. وبعد الحرب الثانية عادت ألمانيا باقتصاد هو أقوى اقتصاد عالمي وبصناعة هي أحدث وأدق صناعة وبمكانة سيـاسية وتأثير عالمي لا يقل عما كان لها في أوج الإمبراطورية.

وهناك اليابان التي ألقيت عليهـا قنبلتان نوويتان في أول تجربة لهذا السلاح البشع، وقـرب نهاية الحرب العالمية الثـانية، وعندما كـانت تقف وحدهـا وقد

رفضت الاستسلام المهين شنت عليها حملات تدميرية بالطائرات قسمت فيها المدن إلى مربعات بخطوط طولية وعرضية، ودمرت هذه المربعات تدميرا تاما منتظما بحيث مسحت المدن من الوجود فلم يترك فيها حجر على حجر. واستعادت اليابان حيويتها بعد الحرب ومضت على طريق طويل من إعادة البناء. واليوم كلنا يعرف أين تقف اليابان من صناعات واقتصاد العالم بعد معاناة أعنف حرب تدميرية عرفها شعب على وجه الأرض.

وهناك الصين -عملاق القرن الواحد والعشرين- وقد صدّرت لها المشكلات وفرض عليها التخلف سنوات طويلة، لكنها انطلقت تفرض نفسها على ساحة العالم في مجال الفضاء وفي غيره من المجالات.

هذه دول ذات ثقافات مختلفة وتجارب في التنمية متباينة فيها الشرقي والغربي، وفيها من اتخذ الرأسمالية طريقا للتقدم، ومن اختار الشيوعية أسلوبا للتنمية، وفي كل الحالات كانت هذه الشعوب متيقظة متفاعلة تتجاوز التجارب المؤلمة في تاريخها، فالشعوب الحية لا تتوقف عند مرحلة من التاريخ، بل تطويها وتمضي نحو مستقبلها دون أن تنسى ماضيها وتجاربها، بل تأخذ من الماضي الدروس وتستخلص من التجارب.

ونعود للحديث عن الفضاء وتقنياته وموقفنا نحن العرب منه ومنها.

وعندما نتحدث عن الفضاء وموقعنا منه يجب أن يستقر في الأذهان أن هناك فارقا كبيرا بين صناعة الفضاء والاستخدامات الفضائية. ونقصد بصناعة الفضاء تلك الصناعة التكنولوجية المتقدمة التي تعنى بتصنيع مكونات المنظومة الفضائية بدءا من قاذفات الإطلاق الصغيرة والعملاقة، وتصنيع الأقمار الصناعية وأجهزة التحكم والتوجيه والاتصال فيها، مرورا بتصنيع الأجهزة العلمية التي تحملها الأقمار الصناعية للقياس والتصوير وإجراء التجارب العلمية وانتهاء بمحطات الاستقبال الأرضية وأجهزة الاستقبال فيها.

وهذه صناعة كبيرة تتطلب عددا من المراكز العلمية والمصانع الدقيقة المتقدمة، وخطة للبحث العلمي ومنهجا للتطوير ونظاما للتعليم ووعيا في المجتمع يقبل هذا كله ويتناغم معه، ويفرز له العناصر المؤهلة للبحث العلمي والتصنيع المتقدم.

هذه هي صناعة الفضاء. . .

وهي صناعة لا تشترى، ولكنها تتطلب جهدا دؤوبا لإنباتها في تربة الوطن.

وهي ضرورة وإن كانت تبدو للوهلة الأولى بعيدة المنال، غير أنها في الحقيقة وبنظرة منصفة غير مبالغة ممكنة التحقيق إذا توافرت عناصرها -كما سنوضح بعد قليل- والدليل على ذلك نجاح مصر في الستينيات في امتلاك أجزاء من تلك التقنيات، ونجاح الهند وإسرائيل، وقد بدأتا مع مصر في أوائل الستينيات، في امتلاكها بالكامل والانضمام لنادي الفضاء .

أما استخدامات الفضاء -وأهمها في الدول المتلقية (ولعل هذا التعبير أصدق في إبلاغ المعنى من التخفي وراء عبارة الدول النامية) هي الإعلام والتسلية التليفزيونية والاتصالات والمسح الفضائي والأرصاد الجوية- فقد تتطلب قدرا يسيرا من المعرفة التقنية لكنها لا تمت بصلة إلى صناعة الفضاء إلا بالقدر الذي يعرفه راكب السيارة المرسيدس مثلا عن المعاملة الحرارية لمكونات محرك السيارة التي يركبها، وهو أمر بالقطع لا يعرفه راكب تلك السيارة الفاخرة ولا يعنيه.

ومن هنا فمن المهم أن نتوقف عن استخدام عبارة «دخول عصر الفضاء» فيما يتصل بإذاعة بعض البرامج الفضائية أو حتى بإطلاق قمر صناعي عربي أو مصري، فنحن لم ندخل عصر الفضاء عندما نشتري قمرا من شركة أجنبية ونكلف شركة أجنبية ثانية إطلاقه ومتابعته، وإذا حدث وتعطل فلن نعرف إلا عندما تعلننا الشركة الأجنبية بذلك لأننا لم نشارك في تصنيعه ولو بنسبة ضئيلة.

وعندما نتحدث عن موقف العرب من صناعة الفضاء -من حيث هي صناعة وتكنولوجيا ومعرفة وبحث وتعليم وليست استخداما واستهلاكا فحسب- فإنه يجب أن نمعن النظر في التجربة المصرية في الستينيات، والتي كانت تعتبر بحق تجربة رائدة على مستوى العالم الناهض، وحتى لا نلقي بالكلام على عواهنه فسوف نلخص هنا بعض جوانب تلك التجربة ونتخذ ذلك برهانا على إمكان قيام تلك الصناعة ونأخذ منها ومن تجارب الغير منهجا ودليلا على الطريق.

وسوف نعتمد في عرضنا لملامح تلك التجربة على الكتاب الصغير المتميز الذي أصدره الكاتب الصحفي الكبير الأستاذ محمود مراد والذي عاصر بنفسه التجربة وأشخاصها وكتب عنها منذ بدايتها[١] بالإضافة إلى مراجع أخرى ومنها التجربة الشخصية.

## التجربة المصرية في الستينيات

كانت التجربة المصرية في صناعة الصواريخ والطائرات ثمرة حكمة قائد أدرك متطلبات نهضة الأمة في العصر الذي عاش فيه وارتباط ذلك بالتكنولوجيات المتقدمة التي كانت قد بدأت تؤتي ثمارها في ذلك الوقت (١٩٦٣) في مطلع عصر الفضاء.

ففي بداية الستينيات كان دور مصر كدولة رائدة في دول العالم الثالث الناهضة قد تأكد بعد أن خاضت عدة معارك ثبتت أقدامها في مواجهة القوى المعادية لحركة التحرر العالمية. كانت وجهة نظر مصر التي عبر عنها جمال عبدالناصر في أبريل ١٩٥٧ (قبل إطلاق الاتحاد السوفييتي للقمر الصناعي سبوتنيك!!):

«إن علينا أن نعيد بناء القوات المسلحة في ضوء تجربتنا في حرب السويس. وهناك مجالات لابد أن ندخل إليها. لابد أن نتمكن من صنع سلاحنا بما فيه

الطائرات. عندنا مصانع سلاح على نطاق محدود، وقد وضعنا برنامجا لبناء صناعة سلاح. الطائرات قضية أكثر تعقيدا، ولابد أن نتعاون فيها مع أحد. أفكر في الهند أو يوغوسلافيا.

أيضا هناك الصواريخ، هناك علماء ألمان يتخاطفهم العالم بمن فيهم الولايات المتحدة، وقد حاول بعضهم جس النبض معنا، وقد قلت إننا نرحب. هناك واحد بالذات اتصل بنا، ويظهر أنه شارك بشكل كبير في صنع الصاروخ ف-٢ وقد وافقت على قدومه إلى هنا.

ليست المسألة هي أن نتمكن من صنع صواريخ أو طائرات، المهم أن هذه المجالات هي تكنولوجيا المستقبل، ولابد أن نتيح للمصريين التعرف عليها والتخصص فيها، وهذا عندي أهم من سرعة إنتاج الطائرات أو الصواريخ»(٢).

أحب أن يمعن القارئ وهو يقرأ هذا الخطاب في أمرين:

- تاريخ الخطاب -أبريل ١٩٥٧- قبل أن يبدأ عصر الفضاء رسميا أو يعرف أحد بها يحمله أكتوبر ١٩٥٧.. كانت مصر قد تهيأت للعصر القادم وأدركت أهمية ما تحمله هذه التكنولوجيا.

- التفرقة الدقيقة عند القائد بين شراء التكنولوجيا واستيعابها والتخصص فيها. كان الرجل يدرك أن معرفة هذه التقنيات والتخصص فيها أهم من سرعة إنتاج الطائرات والصواريخ، وهي تفرقة بالغة الأهمية وعليها تتوقف استمرارية النجاح أو التوقف بعد الخطوات الأولى.

تلك كانت البداية، وهي بداية تدل على فكر ثاقب وإدراك لمتغيرات العصر والفرص التي تتيحها أوضاع دولية معينة. وهي تدل أيضا على أن صناعة الطائرات والصواريخ في مصر لم تكن عملية عابرة دون جذور، بل كانت صناعة متوطدة الجوانب متكاملة الأركان وهي رؤية سوف تتضح عندما نورد شهادات الخبراء لما وصلت إليه تلك الصناعة.

## صناعة الطائرات في مصر

وبدأت ملحمة من العمل الجاد، تم إنشاء مصانع الطائرات، وحشد لها عدد كبير من أفضل المهندسين في مصر بالتعاون مع مجموعة من الخبراء الألمان. واتفقت مصر مع الهند على المشاركة في تصنيع الطائرات على أن تصنع مصر المحرك وتصنع الهند جسم الطائرة.

وفي ١٩٦٠ وصلت مصر إلى تصنيع المحرك النفاث للطائرة «القاهرة-٢٠٠» والذي حمل اسم «هـ-٢٠٠» وأعلن عبدالناصر في ٩ يوليو ١٩٦٠:

«إنه ليسعدني أن أعلن الآن أن أول طائرة نفاثة صنعت في مصر قد طارت بالفعل في الجو العربي منذ عشرة أيام لأول مرة.. وأن هذه الطائرة قد أثبتت صلاحيتها الممتازة للتدريب على الطيران النفاث، وأن إنتاجنا منها يكفي حاجتنا وحاجة أي بلد عربي يريد تجربتها واستعمالها».

وبعد عمل جاد ومضن تم تطوير المحرك هـ-٢٠٠ ليصبح محركا نفاثا لطائرة مقاتلة، وأعلن عن ذلك في ٧ مارس ١٩٦٤. وكان التعاون مع الهند قد تقرر وبدأ خطواته الجادة. وفي اللقاء الذي عقد مع نهرو بعد توقيع اتفاق التعاون قال نهرو للوفد المصري:

«إنني أتفق مع رأي صديقنا ناصر أنه إذا كان إنتاج السلاح مهما فالمهم أن نكسر احتكار العلم كما كسر احتكار السلاح».

وفي مصر أمكن تطوير المحرك الذي أصبح يحمل اسم «هـ-أ-٣٠٠» وتم تصنيع طائرة مقاتلة نفاثة حملت اسم «القاهرة-٣٠٠» وصنفت باعتبارها أحدث مقاتلة نفاثة في العالم، ودخلت مصانع حلوان ضمن مصانع الطائرات العالمية.

وفي ٥ يونيو ١٩٦٧ وقع العدوان على مصر...

وتداعت أحداث كثيرة ومورست على مصر ضغوط هائلة أدت إلى وقف التطوير وانصراف جهود مصر إلى إزالة العدوان.

في حديث أدلى به البروفيسور فرديناند براندنر الخبير الألماني بمصنع الطائرات إلى صحيفة «دير شبيجل» في ١١ أغسطس ١٩٦٧ جاء به مايلي[٣]:

«إن الطائرة كان مفروضا أن تكون جاهزة للعمل تماما بعد تطوير المحرك، منذ ثلاثة أشهر، ولكن ظروف العدوان أدت إلى التأخير ووفقا للخطة فإنها ستطير بنجاح في فبراير القادم.

إنني وكل الخبراء العالميين نعتبر أن هذه الطائرة المقاتلة أخف وأرخص وأبسط أنواع المقاتلات في العالم وثمنها نحو ثلاثة ملايين مارك ألماني...»

هكذا كانت الإشادة بالمحرك المصري والطائرة المصرية.

وفي عام ١٩٧٥ وصل خطاب من مصمم الطائرات الأشهر «ويلي مسر شميت» بتاريخ في ٢٤ مارس ١٩٧٥ إلى اللواء عصام خليل الذي كان مسؤولا عن مشاريع الطائرات والصواريخ في مصر في الستينيات يعد شهادة نادرة ممن يعرف تماما ما يتكلم عنه، جاء فيه:

«لا شك أنك تعرف الكثير عن «المتحف الألماني» في ميونيخ الذي تأسس منذ مائة عام... وكان المتحف ولا يزال رائدا للمتاحف الأوروبية في عرض مجالات التكنولوجيا المتقدمة ومتخصصا في عرض أحدث أنواع الطائرات والمحركات النفاثة المقاتلة، وقد عرضت فيه تصميماتي ومصنعي، والآن والمتحف على وشك الاحتفال بعيده المئوي فإن التفكير قد استقر على عرض أحدث الإنتاج فيه وفي المقدمة المحرك النفاث المصري «هـ-أ-٣٠٠».

إن المتحف الألماني بميونيخ بمجلس إدارته وخبرائه درس خصائص المحرك المصري، واعتبره واحدا من أحسن المحركات الحديثة المتقدمة في العالم والأكثر قدرة على منافسة المحركات الأخرى...».

هـذه شهادة «مسر شميـت» صاحـب الدور المعـروف في صناعـة الطيران الألمانية والـذي تحمل اسمه أشهـر الطائرات المقاتلـة في الحرب العالمية الثـانية وبعدها . والكلام عن محرك مصري صنع بـأيد مصرية وبخبرة مصرية مكتسبة من التعـاون مع الألمان ، فهـل يشك بعد ذلـك أي إنسان . . أننـا نستطيع . . متى أردنا .

وقد صنع من طـائرة التدريب النفاثة «القاهـرة-٢٠٠» أكثر من ٨٠ طائرة كاملـة ، وصنّعت أجزاء لأكثر مـن ٢٠٠ طائرة كان يجري تجميعهـا ، ووصلت نسبـة التصنيـع إلى ٩٠٪ بـاستثنـاء معـدات الملاحـة وبعـض المعـدات الإلكترونية[٤] . أما الطائرة المقاتلة «القاهرة-٣٠٠» والتي توقف مشروعها بعد العدوان فقد صنع منها ثلاث طائرات لـلاختبار طار النموذج الأول منها حتى سرعة ٠,٩ ماخ والثـاني حتى ١,١٥ ماخ[٥] أما النموذج الثالـث فكان من المقرر أن يطير بسرعة ٢ مـاخ أي ضعف سرعة الصوت ، وهو الـذي أشار إليه البروفيسور براندنر .

ويوجد النمـوذج الأول من هذه الطائرة لدى القـوات الجوية المصرية ، أما النمـوذج الثاني فقـد أهدي إلى حكـومة ألمانيـا ، فيما ينتصب النمـوذج الثالث رائعا شامخا أمام مدخل مصنع الطائرات بحلوان ، شاهدا على أروع ملحمة علمية وتقنية مصريـة ـ عربية وحافزا على ألا نفقـد الأمل في قدرتنا على تحقيق المعجزات .

تلـك هذ القصـة المبهرة لصنـاعـة الطائرات المصريـة في الستينيات ، وقـد أوردناها نظـرا للصلة الوثيقة بين صناعـة الطائرات وصناعة الصـواريخ والتي هي البدايات الأولى لصناعة قاذفات الإطلاق الفضائية .

## صناعة الصواريخ في مصر

كانـت مصر بين عدد صغير جدا من الـدول التي قررت الـدخول في مجال صناعـة الصواريـخ مبكرا إدراكا منهـا لأهمية هذه التقنيـة ، وكان دخـول هذا

المجال عن طريق مجموعة من الخبراء الألمان الذين عملوا مع فيرنر فون براون في ألمانيا في الصاروخ ف-٢ . وضمت مصر إليهم عددا من العلماء والمهندسين المصريين الذين كان عليهم أن يتعلموا دقائق التقنية الجديدة على العالم كله .

استمرت محاولات التطوير بين الفشل والنجاح لمدة عامين أو أكثر قليلا، وفي ٢١ يوليو ١٩٦٢ شهد عبدالناصر إطلاق الصاروخين القاهر والظافر. كان مدى الصاروخ «القاهر» ٦٠٠ كيلو متر بينما كان مدى الصاروخ «الظافر» ٣٥٠ كيلومترا. وفيما بعد تم تركيب الصاروخين معا في مرحلتين ليكونا صاروخا واحدا متعدد المراحل ظهر في العرض العسكري في ٢٣ يوليو ١٩٦٣ وسمي «الرائد» وكان مداه ١٠٠٠ كيلومتر. كان من الممكن بعد تطويره أن يصل إلى حد خرق نطاق الجاذبية الأرضية وحمل قمر صناعي إلى مدار حول الأرض .

كان هذا في عام ١٩٦٣ ، ولم تكن إسرائيل تملك صناعة صواريخ ، وحذرت أمريكا مصر من المضي في خطة تطوير الطائرات والصواريخ ، وكانت هناك ضغوط كثيرة .

وفي شتاء ١٩٦٢ بدأت إسرائيل حملة إرهاب العلماء الألمان العاملين في مصر وعلى رأسهم عالم الصواريخ الكبير «ولفجلنج بيلز» الذي كان يعمل مع فون براون في الصاروخ ف-٢ وعالم الإلكترونيات والتحكم كلاينفختر.

ومضت القصة بتفاصيل كثيرة ليس هذا موضعها، غير أن النتيجة كانت أن بيلز وزملاءه غادروا مصر في ١٩٦٥ . وبعد العدوان في ١٩٦٧ أدلى العالمان لمجلة «شتيرن» الألمانية الغربية بحديث نشرته صحيفة الأنوار اللبنانية بتاريخ ٢ أكتوبر ١٩٦٧ جاء فيه :

«إن الإسرائيليين كانوا يخشون من نتائج نجاح الجمهورية العربية المتحدة (مصر) في إطلاق قمر صناعي في الفضاء . . فلو نجحت الجمهورية العربية

المتحدة في إطلاق قمر صناعي في ذلك الوقت لأحدث ذلك دويا هائلا في العالم بأسره، وخاصة في العالم العربي، وكان هذا سيولد حركة جماهيرية هائلة للدخول في وحدة مع مصر المتقدمة علميا . . إن إسرائيل ترى الخطر في الوحدة العربية، وليس في الصواريخ»[٦].

أما ختام هذا الفصل من القصة فإن دكتور بيلز بعد اختفائه سنوات أمكن إقناعه بالسفر للعمل في الصين، وهناك بدأ العمل لإنتاج صاروخ متطور، وإن هي إلا سنوات قلائل حتى كانت الصين قد أطلقت أول صواريخها وبدأت في الانطلاق نحو صناعة كبرى للفضاء.

والمهم في عبرة هذه القصة ألا نظن أنه حكم علينا نحن العرب بالتخلف أو أن كل أمجادنا أمجاد قديمة وتفاخر بالماضي في محافل الشعراء. فقد حققنا تقدما علميا وتكنولوجيا حقيقيا ومعترفا به في الأمس القريب جدا عندما توافرت الإرادة وتحققت الظروف المواتية، وهو أمر لا يصعب تحقيقه مرة أخرى في ظروف مختلفة بطريقة تتناسب مع شكل العصر وطريقة إدارة صراعاته والظروف الدولية المتجددة، فقط هناك عنصر لا يمكن الحركة دونه. . وهو إرادة الحركة.

## التصنيع العسكري العربي في السبعينيات والثمانينيات

وكانت التجربة الثانية بعد حرب أكتوبر المجيدة، واستفادت من روح التضامن العربي التي سادت بعد الحرب في إنشاء الهيئة العربية للتصنيع. وقد أنشئت الهيئة في عام ١٩٧٥ بين مصر والسعودية والإمارات العربية وقطر لمعالجة الموقف الذي تعرضت له مصر من صعوبة في الحصول على السلاح في أثناء حرب أكتوبر ١٩٧٣. وبدأت الهيئة بداية قوية واعدة غير أن إنتاجها الحربي تأثر بصورة كبيرة بعد انسحاب الأطراف العربية الأخرى منها عقب توقيع مصر على معاهدة السلام مع إسرائيل.

ويبرز من مصانع الهيئة مصنع الطائرات ومصنع المحركات ومصنع الإلكترونيات وعدد من شركات الإنتاج المشترك مثل الشركة العربية – البريطانية– للحوامات (الهليوكبتر) وشركة ديناكس العربية البريطانية، والشركة العربية الأمريكية للعربات. أما أبرز ما تنتجه الهيئة فيتمثل في المدافع الثقيلة وصواريخ عين صقر (م/ ط) وصواريخ تاو و«سوينج فاير» (م/ د) وتجميع طائرات ألفاجيت بالتعاون مع فرنسا، وتجميع طائرات التدريب بالتعاون مع البرازيل، وبعض الصناعات الإلكترونية الأخرى. وقد حققت الهيئة نجاحا نسبيا في مجال الصناعات العسكرية المتطورة رغم الصعوبات التي اعترضت طريقها والسلبيات التي عانت منها التجربة، غير أنها على الجملة تعتبر نموذجا للتعاون العربي يمكن تطويره والبناء عليه.

من ناحية أخرى خطت الصناعة الحربية المصرية خطوات كبيرة في الفترة من ١٩٧٥ ــ ١٩٨٤ انطلقت من إستراتيجية واضحة المعالم مؤداها ضرورة الاعتماد على الذات في مجال المنتجات الحربية الحيوية مثل الذخائر بمختلف أنواعها وإنتاج الأسلحة الاستهلاكية مثل الأسلحة الصغيرة، فضلا على مدفعيات الهاون والمتوسطة وإصلاح وتعمير محركات العربات والطائرات، وأيضاً إدخال تحسينات وتعديلات فنية على بعض الأسلحة والمعدات الشرقية والغربية في مجالات الدبابات وأسلحة الدفاع الجوي والمدفعيات والصواريخ المضادة للدبابات(٧).

ولقد تميزت تلك المرحلة بتوفير الكوادر الفنية المدربة محليا وخارجيا وبالقدرة على الإنتاج في مجالات العربات المدرعة والإلكترونيات وإصلاح وتعمير محركات الدبابات، كما تميزت باقتحام مجال التصدير لأسواق جديدة في أفريقيا وبعض دول العالم الثالث. وعلى الجملة كانت هناك في تلك الفترة نهضة في مجال التصنيع العسكري التقليدي، غير أن هذه النهضة لم تتطرق إلى الصناعات المتقدمة كصناعة الطائرات والصواريخ.

وفي باقي الـدول العربية نشأت صنـاعة إلكترونية متقدمـة في السعودية في بعـض المجـالات، وصنـاعـة عسكـرية متطـورة في سـوريـا خـاصـة في مجال الإلكترونيات والصـواريخ. وفي النهاية لا يمكننـا أن نغفل الاندفاعـة الهائلة للصنـاعات العسكـريـة في العراق خـلال الثمانينيـات والتي شملـت مجالات عديدة، غير أن كارثة غزو الكويت وما نتج عنها من حرب الخليج الثانية أدت إلى تحطيم هذه الصناعة العسكرية بغير أن يستفيد العرب منها شيئا.

والآن هل يمكن أن نستخلـص شيئا من هذا الاستعـراض المحير للتجربة العربية. نستخلص من التجربة الفعليـة أن العرب يملكون فعلا القدرة الفنية على دخول مجال صناعات الفضاء المتطورة، وقد نجحوا في الاقتراب منها أكثر من مـرة، فليس العرب دولا متخلفـة من دول العـالم الثالث لا تملـك الكوادر الفنية ولا التعليم ولا القـدرة على الاقتراب من النواحي الفنية المتقـدمة أصلا، ولم يصبح الفرق بينهم وبين إسرائيل هائلا يقـاس بالسنوات الضوئية كما ادعى بعض قـادة إسرائيل وقـت إطلاقهـم قمرهـم الصناعـي أفق-٣، ولكـن على العـرب أن يحسنوا إدارة مـواردهم وقـدراتهم وأن يـدركوا طبيعـة المجال الـذي يريدون المنـافسة فيه واحتياجـه إلى نفس طويل في التطـوير والتصنيع وضرورة اعتماده على قاعـدة علمية عريضة في مجالات عـديدة، وقدر أكبر مـن التعاون المعتمد على الثقة المتبادلة وحسن توزيع العائد.

. . وبعد أن استعرضنا التجربة العربية في العقود الثلاثة الماضية يكون من حق القارئ أن يسأل. . وماذا بعد؟

هل نتوقف ونسلم بعد أن قابلنا بعض الفشل وأثبتنا إمكان النجاح.

ليس لهذا الكاتب أن يجيب عمـن يملكون اتخاذ القرار، ولكننا نستطيع أن نرسـم بعض الملامـح للمشروع الفضائي العـربي المستقبلي. نستطيع أن نقـدم «وصفة» للنجـاح تضم خلاصة تجارب الـدول الأخرى، ومنها أمتنا العـربية. نستطيع أن نرسم الخريطة ونصف العقبـات ونشرح كيف يتم التغلب عليها،

وهذا هو دور الكتّاب والعلماء والمفكرين، ويبقى اتخاذ القرار عند من يملكونه من السياسيين والحكام في الأمة العربية. ولعلهم يفعلون.

## ما الذي يمكن أن يهدف إليه العرب في الفضاء؟

وأول ما يجب أن نجيب عنه هو ما الهدف الواقعي الذي نود أن نضعه نصب أعيننا ونضع الخطط للوصول إليه؟

ليس من المهم أن يكون لنا وجود في «كل» نواحي الفضاء لكن من الضروري أن يكون لنا وجود في «بعض» جوانب نشاط وتقنيات الفضاء. والسبب في ذلك أن نشاطات وتقنيات الفضاء كل متكامل إذا وجدت في جزء منه نفذت إلى الجزء الباقي واستفادت منه كالأواني المستطرقة، وإذا كنا -كأمة- خارجه ككل فلن نستطيع أن نستفيد حتى بالمتاح منه بما نملك من تقنيات وعلوم.

فمثلا ليس من الضروري أن نتمكن حاليا من وضع أقمار في المدار الثابت، لكن من المهم أن نستطيع -بعد فترة معقولة- أن نضع أقمارا علمية صغيرة في مدار أرضي قريب.

وهناك أنشطة جانبية صغيرة مطروحة للعالم أن يشارك فيها، ويمكن لنا عندما توجد مراكز البحوث المتخصصة أن يكون لنا فيها وجود، ومن أمثلة ذلك المحطة الفضائية الدولية، فلماذا لا تكون لنا وحدة علمية صغيرة ملحقة بهذه المحطة الفضائية نجري فيها تجارب علمية مبتكرة في إطار برنامج فضائي عالمي؟

وهناك اقتراح تقدم به عالم الفضاء المصري فاروق الباز وهو أن تشترك مصر في الرحلة المزمعة لاستكشاف المريخ بتصميم وتصنيع الذراع التي يتم بها جمع عينات من تربة المريخ لتحليلها ودراستها. وهو اقتراح قيّم بما يكفله لنا من مشاركة دولية في تجربة علمية كبيرة.

ولا يتطلب مثل هذا التصنيع، كما نرى، صناعة فضائية كبيرة، إذ إنه يدخل أكثر في علم «الروبوتيات» وهو علم لدينا الكثيرون من المتخصصين فيه.

وقد بنت دول مثل كندا صناعة فضائية نشطة على جزء مثل هذا، ففي بدء طرح تصميم مكوك الفضاء الأمريكي في أوائل السبعينيات، أخذت كندا على عاتقها تصميم وتصنيع الذراع الآلية التي تلتقط بها الأقمار وتوضع في مخزن المكوك لإصلاحها أو لإعادتها إلى الأرض، وهو جزء بالغ الأهمية من المكوك لكنه لا يتطلب الاستثمارات الهائلة التي لا تقدر عليها إلا دولة عظمى في مركبات الإطلاق الضخمة. وبذلك استطاعت كندا أن تضمن لها مكانا بين الدول التي تشارك في أي مشروع فضائي مستقبلي، كما أنها نجحت في خلق صناعة فضائية متقدمة داخل حدودها. وغني عن الذكر أن الذراع الكندية قد عوّضت أي تكلفة أو استثمارات وضعت فيها.

والمهم أنه ليس من الضروري كما سبق الذكر الدخول في كل جوانب صناعة الفضاء لنستفيد من عائدها التقني ونكون داخل الحلبة ولسنا في مقاعد المتفرجين.

## الأعمدة السبعة لمشروع فضائي عربي

وبعد تحديد الهدف الواقعي المناسب يأتي التنفيذ. وهناك عدة ملامح تشترك فيها كل التجارب الناجحة في العالم، ويمكن اعتبارها المقومات الرئيسية لإقامة صناعة متقدمة وصعبة مثل صناعة الفضاء، وأول هذه الملامح أو الأعمدة.

### ١ - المداومة والاستمرارية

آفة العالم العربي قصر النفس وتعجل النتائج. وصناعة الفضاء من الصناعات المكلفة وطويلة المدى التي تستغرق وقتا منذ بدء التفكير في إنشائها وحتى تؤتي ثمارها، وهي في ذلك تتطلب نفسا طويلا وصبرا ولا يصلح لها تعجل النتائج خاصة إذا كان الغرض هو امتلاك ناصية التكنولوجيا وليس مجرد شرائها.

وتستغرق الفترة الزمنية التي يتطلبها إنشاء برنامج فضائي محدود نحو خمسة عشر عاما، منذ اتخاذ إشارة البدء في البرنامج إلى حين امتلاك القدرة على إطلاق قمر صناعي في المدار. وفي هذه الفترة يلزم أن يستمر التأييد السياسي والشعبي للبرنامج بصرف النظر عن تغير الأوضاع والسياسات. لقد دفعنا كثيرا جدا ثمنا لتوقف برامج وطنية وعربية نتيجة تغير السياسات، ويجب أن تكون هناك برامج ومشروعات فوق تغير الأشخاص والحكومات.

ولننظر إلى برنامج الفضاء الصيني على سبيل المثال. لقد مرت الصين إبان مرحلة «الثورة الثقافية» بفترة توقفت فيها كل البرامج وكل مظاهر حركة المجتمع العادية حتى الجامعات، غير أن برنامج الفضاء الصيني كان أحد البرامج التي جنبت التعرض لويلات الثورة، وترك ليمضي قدما في خطته الأصلية، ووفرت له كل الموارد ووضع في أولوية متقدمة حتى وصلت الصين في هذا المضمار إلى المنافسة على موقع القمة.

أما عن المداومة فحيث إن أحدا لن يبيع لك هذه التقنية جاهزة، فعليك أن تمضي بدأب شديد تحل مشاكلها وتتعلم أسرارها في معاملك مشكلة مشكلة وخطوة خطوة. تحصل منها من الخارج على ما تتيحه لك الظروف العالمية وتبني الباقي محليا. وعلى سبيل المثال فقد منعت الهند من الحصول على تكنولوجيا المحركات الباردة لقاذفاتها من روسيا، وهي تكنولوجيا تزيد من دفع المحركات وتمكنها من الوصول إلى مدارات أبعد وبحمولة أكبر، وأدى هذا إلى تأخير البرنامج الهندي لمدة عامين، وبعد عامين أعلنت الهند أنها ستطلق صواريخها بمحركات باردة مطورة ومصنعة ذاتيا.

## ٢- التمحور حول قيادة علمية مدنية

يلاحظ في جميع برامج الفضاء دون استثناء وجود قيادة علمية مدنية محورية تدور حولها كل الجهود وتنسق وتقود جميع الأطراف. حدث هذا في روسيا

(سيرجي كـورولييف) وفي ألمانيـا وأمريكـا من بعـدها (فيرنـر فون بـراون) وفي الصين (جيان ـ زوي ـ تسن) وفي إسرائيل .

وتتوافر في هذه القيادة صفات معينة أهمها :

– الرؤية والبصيرة الثاقبة ، إذ لا يختلف أحـد في أن ما يفتقده عالمنا العربي في قياداته هو الرؤية النافذة Vision؟ وقد تكون هذه المهمة في مجالات كثيرة ، غير أنها في صدد ما نتحدث عنه ضرورة وجود .

– الإيمان واعتناق الفكرة طوال تاريخها .

– الإلمام الشـامل بعلـوم الفضاء بمختلـف تخصصاتها ، حيـث يقود هـذا العـالم مجموعـات من العلماء والبـاحثين والمهنـدسين في مختلف التخصصـات المتشعبة والمرتبطـة بعضها بعضـا ، ولذلـك فلابـد له مـن الإلمام بتخصصاتهم بالقدر الذي يسمح له بأن يناقشهم ويوجههم ويرسم لهم الطريق .

ومن المأثـور أو «الفولكلـور العلمي» الذي سمعنـاه من أسـاتذتنـا في هذا المجال أن «فيرنر فون براون» كان يستطيـع بنظرة إلى الرسم التخطيطي لصاروخ جديد أن يقـدر ما سيكون عليه وزنه وقـوة الدفع فيه والمدى وغير ذلـك عندما يتم إنتاجه ، وكان معاونوه بعد حسابـات طويلة مضنية يصلون إلى الرقم نفسه تقريبا .

– القدرة على قيادة مختلف المجموعات العلمية والصناعية .

– العـزوف عـن كـل الاهتمامات والطمـوحـات والخلافـات والتركيـز على الهدف .

والأشخاص الذيـن تتوافر فيهم هـذه الصفات وغيرها من صفـات القيادة العلمية فصيل نادر بكل تأكيد ، غير أن العالم العربي ، وفي قلبه مصر ، فيه من تتوافر فيهـم هذه الصفات وهم معروفـون لدى من يعرفون السـاحة العلمية في هذا المجال .

### ٣- إنشاء مراكز التميز

تقود حركة التطوير في جميع الدول الفضائية مراكز علمية متميزة متخصصة، توفر لها الدول كل الإمكانات، ويتجمع فيها العلماء والخبراء وتجرى فيها الأبحاث الرائدة في هذا المجال، وتدار هذه المراكز بشكل غير بيروقراطي. ولا نجد مثل هذه المراكز في العالم العربي حاليا (وإن كانت هناك مراكز علمية جيدة في مجالات عديدة ولكننا نتحدث عن مراكز تملك قدرة الاختراق العلمي). وإذا أردنا أن ندخل مجال الفضاء من أي الأبواب، سواء من باب الأقمار العلمية الصغيرة أو المشاركة في تصنيع بعض الأجزاء أو إجراء بعض التجارب العلمية في إطار دولي أو غير ذلك، فعلينا أن ننشىء المراكز العلمية المتخصصة الجادة التي تستطيع أن تفرض لها وجودا علميا بين دول العالم يسمح لها بأن تدعى إلى البرامج الدولية وتبادل المعلومات.

### ٤- استنبات التقنية العالمية في تربة عربية

نلجأ عادة في العالم العربي إلى الشراء للحصول على ما نريد، وفي عالم تقنيات الفضاء لا يصلح هذا الأسلوب مهما بلغت الأموال المنفقة في هذا الصدد، فهذه صناعة لا تشترى. وقد يمكننا شراء قمر صناعي بتكلفة كبيرة، ولكن لا يمكننا شراء كيفية صنعه، وهو ما نريد. والقمر الذي نشتريه سرعان مايصبح تكنولوجيا قديمة. صحيح أننا استفدنا من استخدامه، ولكن الشراء بأسلوب تسليم المفتاح ودون استفادة تضيف أو تغير في هيكل التعليم والبحث والصناعة هدر لا تسمح به موارد دولة نامية، وهو في الدول الغنية إسراف غير محمود.

والطريقة الوحيدة لنكون متابعين لتطور التكنولوجيا هو أن ننتجها بأنفسنا أو على الأقل أن نكون مشاركين في إنتاجها.

## ٥- المشاركة

المشاركة هي صيغـة القرن الواحد والعشرين للصناعـات المتقدمة. بدأت في صناعـة الطائرات وانتقلت إلى عديـد من الصناعات المكلفـة الأخرى. ولا نقصد من المشاركة الإنتاج بترخيص، لكن نقصد المشاركة الحقيقية في التطوير والتصنيع، وهي المشاركة التي ينتج عنها نقل للتكنولوجيا.

وتلجأ إليها الشركات الكبرى لارتفاع تكلفة التطوير. فمثلا يحتاج تصميم طائرة ركاب متـوسطة جديدة إلى نحو ٥٠٠ مليون دولار. وعنـدما تجد الشركة الصـانعة أنها لا تستطيـع أو لا تـرغـب في تحمل هـذه التكلفـة مـع المخاطـرة المتضمنة معها، فإنها تقبل إدخال شركاء يتحملون جزءا من التكلفة والمخاطرة مقابل اشتراكهم في التصنيع.

وقد فعلـت هذا دولـة مثل إنـدونيسيا في تجربتهـا الناجحـة لتصنيع طـائرة ركاب متـوسطة عبر عدة مراحـل من المشاركة بـدرجات متزايدة حتـى أمكنها الآن أن تصنعها بصورة كاملة.

وفي مجال الأقمار الصناعية وصنـاعات الفضاء فإنه يمكن تطبيـق هذه الصيغة بنجاح، فمصر قـد أنفقت ١٥٨ مليـون دولار لتصنيع وإطـلاق قمر الاتصـالات والبث التليفزيوني «نايل سات» بطريقة «تسليم المفتاح»(٦) وبذلك خسرت مصر فرصـة نادرة لنقل جـزء من هذه التقنيـة إلى علمائها ومهنـدسيها، وبالتـالي التقدم خطوات على طريق امتلاك مفاتيح هذه الصناعة.

وفي مثل هذه العقود يجب أن تضع الدولـة المشترية شروطا تفضيلية للشركة التـي تسمح بـالمشـاركة في تصنيـع أجـزاء تتفاوت في تعقيـدهـا حسب تقـدم الدولة، ولن تمانع الشركة كي تتمكن من تسويق قمر بهذه التكلفة في أن تنشئ مصنعا لتركيب وتنفيذ بعض الأجـزاء وأن تدرب المهندسين على هذه العملية. كما أن نسبـة عشرة في المائة (أو أقل) مـن مثل هـذا العقد تكفـي لبعث نهضـة

علميـة وبحثية كبيرة في هـذا المجال، وهكـذا يتـواكب إنشـاء البنية العلميـة والبحثية مع الإنفاق على استخدامات الفضاء.

وهناك نوع آخر مـن المشاركة، وهو المشاركة في المحافـل الدولية. إذ يتميز مجال الفضاء بين المجالات العلمية الأخرى بوجود قدر كبير من النشاط الدولي المفتـوح للمشاركـة فيه، ويـرجع ذلـك إلى أن تكلفة بـرامج الفضـاء كبيرة ولا تستطيع دولة واحدة أن تتحملها، ومن هنا فقـد نشأ عدد من المنظمات الدولية التي تسعى إلى توسيع نطاق المشاركـة الفضائية. وتتيح هذه الهيئات والمنظمات الدوليـة كثيرا من المنـح التدريبية والتعليميـة وفرص المشـاركة التصنيعيـة التي يمكن للدول الصغيرة أن تستفيد منهـا، وتكون بذلك كراكب الـدراجة الذي يتعلق بسيارة مسرعة ليكتسب سرعة تمكنه من الانطلاق بنفسه بعد ذلك.

## ٦- توزيع العبء المالي والعائد التقني

عندمـا نتحدث عن صنـاعة فضـاء عربية فـلا يجب أن نقصر تفكيرنا على دولة واحدة أو اثنتين مـن الدول الأكثر تقدما في التصنيع بين الـدول العربية. إن صناعة مكلفة مثل صناعة الفضاء عبء لا يمكن أن تقوم به دولة واحدة، وإنما يحتاج إلى تكاتف موارد دول عديـدة. غير أن هذا التعاون والتكاتف لكي ينجح ويستمر لابد أن يكون على أساس من تـوزيع العائد الصناعي والتقني. فـالدولـة التـي تنفق بضعـة مـلايين أو عشرات الملايين للمشاركـة في مشروع فضائي ترغب أن ترى عائد هذا الإنفاق في صورة تقدم في مراكزها البحثية وفي مستـوى تدريـب علمائها ومهنـدسيها، وفي تقـدم الجزء الخاص بها من تلـك الصناعة داخل حدودها.

والمثال الواضح والناجح على ذلك هو وكالة الفضاء الأوروبية ESA والتي تضم خمس عشرة دولة تتراوح مساهماتها بين ٢٦٪ لفـرنسا إلى ٢, ٠٪ لأيرلندا. ويشجع نظام وكالة الفضاء الأوروبية الدول على المشاركة رغم اختلاف قدراتها

المالية وحماسها لبرامج الفضاء، إذ تستطيع كل دولة اختيار البرنامج الذي تركز عليه وتهتـم به وتخصص لهذا البرنامـج القدر الأكبر من مساهماتها وفي المقـابل تحظى بالنصيب الأكبر مـن العائد التقني لهذا البرنامج سواء عـن طريق إسناد المشروعات لشركـاتها أو إجراء البحـوث والتطويـر في معاملهـا أو تشغيل أكبر نسبة من مهندسيها وهكذا.

لابد إذن مـن البحث عـن صيغ عمليـة للتعاون والمشـاركة، صيـغ ترضي الأطراف المشاركـة، والتي لها مصالح قد تكـون متنافسة ولا يجب الاعتماد على العواطف العربية الأخوية وحدها، وإن كانت هذه رابطا لا يمكن التقليل من أهميتـه، غير أن الاعتبارات العمليـة يجب أن تأخـذ مكانها في أي مشروعـات عربية جديدة نريد لها الاستمرار.

## ٧- زيادة الوعي بأهمية العلوم الحديثة

لماذا يجب أن تتحمس شعـوب منطقة كالمنطقة العـربية لمشروعات فضـائية وعندها من مشاكل التنمية والبقاء مايكفي لاستيعاب كل اهتمامها؟

يجب تعميـق الوعـي بدور التقنيـات الحديثـة في تقدم المجتمعـات، وإذا كانـت الدول المتقدمـة تتخلى عن الصناعـات التقليديـة وتركز على صنـاعات المعلـومات والفضـاء والاتصـالات والهندسـة الوراثيـة وغير ذلـك من العلـوم الحديثة، فـإننا لا يجب أن ننتظـر حتى يصـل إلينا فتـات ما يتركـونه مـن هذه العلوم، بل أن نبدأ فيها مبكرين.

وقد تحدثنـا في الفصل الذي خصصناه لـدور ألمانيا في الفضاء عـن الجمعيات العلمية التـي انتشرت في ألمانيا عقـب الحرب العالميـة الأولى والتي كـان لها دور في تنميـة النشاط العلمـي والصناعـي الألماني في مجال الصواريـخ. وفي العالم العـربي نفتقد مثل هذه الجمعيات والنوادي العلمية ولا توليها الدول اهتماما كبيرا، وبذلك نفقد عددا كبيرا من شبابنا الذين يمكن أن يكونوا نواة لعلماء عرب في المستقبل.

## مخطط لمشروع فضائي عربي

والآن وبعد أن استعرضنا التجارب العالمية والتجربة العربية في صناعة الفضاء، وشرحنا الأعمدة الأساسية التي ترتكز عليها مثل هذه الصناعة لا يكتمل أداء الأمانة بغير أن نضع تصورا واقعيا لدخول العرب في عصر الفضاء. وهو تصور يأخذ في اعتباره الوضع العربي الحالي والتجارب السابقة، ويمكن أن نبدأ فيه اليوم من واقعنا الفعلي ونصل به بإذن الله إلى أهدافنا المبتغاة.

**أولا:** يبدأ هذا التصور بوضع أهداف واقعية للدخول في عصر الفضاء. وهذه الأهداف كما نراها هي:

أ- تطوير القدرة البحثية والصناعية في صناعة الفضاء.

ب- تطوير القدرة على الاستفادة من الأقمار الصناعية بتطبيقاتها المختلفة.

ج- المشاركة العلمية والبحثية في تصنيع وتطوير الأقمار التي تتعاقد أي دولة عربية على إطلاقها.

د- تصنيع ٦٠٪ من الأقمار العربية خلال عشر سنوات.

وأخيرا نصل إلى هدفنا الكبير.

هـ- تصنيع وإطلاق أقمار عربية إلى المدار القريب خلال خمسة عشر عاما.

ومن المفيد هنا أن نحدد أي نوع من الأقمار نستطيع البدء به. ونحن نعتقد أننا نستطيع وضع أقمار صناعية للقياسات العلمية في المدار القريب بقدرات عربية ذاتية في خلال خمسة عشر عاما من تاريخ دخولنا الجاد في هذا المضمار. وأهمية الأقمار العلمية أنها أقمار صغيرة (أقل من ١٠٠ كيلو جرام) لا تحتاج إلى أجهزة معقدة أو إلى قاذفات عملاقة لكنها تتيح لنا اكتساب الخبرة والدخول مع العالم في هذا المجال.

ثانيا: ولتحديد الخطوات التنفيذية للوصول إلى هذه الأهداف وتنسيق الجهود يجب إنشاء لجنة وطنية للفضاء في كل دولة عربية، وإنشاء لجنة قومية للفضاء على مستوى العالم العربي، وتكلف هذه اللجان وضع سياسة قومية للتصنيع الفضائي والاستخدامات الفضائية، وتكون هذه اللجان تمهيدا لإنشاء وكالة فضاء عربية.

وأول تكليف تبدأ به هذه اللجان هو وضع تصور لمشروع قومي عربي للدخول في عصر الفضاء وتحديد أهدافه ومراحله بدقة، والتمويل الذي تتطلبه كل مرحلة.

ثالثا: ولدعم وتطوير البحث العلمي في مجال الفضاء وهو الأساس الضروري الذي دونه لا تقوم لهذه الصناعة قائمة، يلزم إنشاء مراكز أبحاث فضائية في عدد من الدول (مصر، سوريا، السعودية وغيرها) وتمويل هذه المراكز لتنفيذ خطة بحثية محددة تكفل الوصول بالقدرات الفضائية العربية إلى الهدف المحدد.

رابعا: يجب الاستفادة من العقود التي نوقعها في مجال الفضاء في تدريب أكبر عدد من مهندسينا في هذا المجال، ولا نقصد بهذا تدريبهم على استخدام الأقمار التي نشتريها، ولكن تدريبهم ببرامج خاصة معدة محليا وخارجيا لاكتساب المعرفة التقنية في هذا المجال.

خامسا: وكمرحلة أولى لاكتساب الخبرات وتنمية قدراتنا يمكن تطبيق نظام المشاركة في كل العقود المستقبلية. ويتيح هذا النظام لعلمائنا الاحتكاك العلمي على مستوى عالمي، ولمهندسينا اكتساب الخبرة التصنيعية ولمصانعنا تطوير قدراتها وأجهزتها لتستطيع تلبية متطلبات المشاركة الدولية.

هذا تصور مبدئي لبرنامج فضائي عربي يمكن تنفيذه في حدود قدراتنا مع تطوير هذه القدرات، ويساعدنا على متابعة الجهود العلمية في مجال الفضاء

والمشاركة مع العالم في مجال سوف يكون أحد مجالات التنافس الحاكمة في القرن الواحد والعشرين.

وبهذا نختتم هذا الكتاب شاكرين لله سبحانه فضله ونعمه، ونسأله سبحانه القبول.

﴿إليه يصعد الكلم الطيب والعمل الصالح يرفعه﴾ (فاطر- ١٠).

وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه.. وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

القاهرة في الرابع والعشرين من جمادى الآخرة عام ستة عشر وأربعمائة وألف من الهجرة، الموافق السابع عشر من نوفمبر عام ١٩٩٥ الميلادي.

## مراجع وهوامش الباب السابع عشر

(١) محمود مراد: جاسوس في مصر- الحرب الخفية: قصة العلماء الألمان في مصر، توزيع الأهرام ١٩٨٩.
(٢) المرجع السابق ص٣٤.
(٣) المرجع السابق ص٢٠.
(٤) التصنيع العسكري في ظل المتغيرات الجديدة - مقال للواء أ. ح. (م) سعيد فاضل حسن - مجلة القوات الجوية - الامارات، العدد ٧٦، سبتمبر ١٩٩٥.
(٥) الماخ هو مقياس للسرعة في الطيران ويساوي ١ ماخ سرعة الصوت.
(٦) محمود مراد -الحرب الخفية- ص ١٧٠.
(٧) لواء أ. ح (م) سعيد فاضل حسن، مرجع سابق.
(٨) مجلة Flight International عدد ١١ أكتوبر ١٩٩٥.

**المؤلف في سطور**

## د. محمد بهي الدين صادق عرجون

* أستاذ هندسة الطيران والفضاء بكلية الهندسة ـ جامعة القاهرة
* تخرج من قسم هندسة الطيران بجامعة القاهرة في عام ١٩٦٩ وحصل على درجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة تورنتو بكندا في عامي ١٩٧٨، ١٩٨٢ .
* عمل نحو ست سنوات في مجال الطيران المدني بمصر، وحوالي ثلاث سنوات في مجال الأمان النووي بكندا.
* عمل أستاذاً مساعداً بجامعة ويسكونسون ـ ميلووكي بالولايات المتحدة وأستاذاً زائراً بجامعة كوينز بكندا.
* تولى الإشراف العلمي على عدد من المطبوعات في مجال الطيران والفضاء مثل مجلة الطيران العربي والمجلة التقنية الصادرة عن نقابة المهندسين المصرية.
* مهتم بإستراتيجيات الطيران والفضاء في العالم العربي.
* له أكثر من ثلاثين بحثاً علمياً منشوراً في الدوريات والمؤتمرات العلمية العالمية.
* له عدد كبير من المقالات المنشورة في مجال صناعة الطيران والفضاء.




## الإسلام والمسيحية

**تأليف : أ. جورافسكي**

**ترجمة : د. خلف محمد الجراد**

# صدر عن هذه السلسلة

| العنوان | المؤلف | التاريخ |
|---|---|---|
| ١ـ الحضارة | تأليف : د/ حسين مؤنس | يناير ١٩٧٨ |
| ٢ـ اتجاهات الشعر العربي المعاصر | تأليف : د/ إحسان عباس | فبراير ١٩٧٨ |
| ٣ـ التفكير العلمي | تأليف : د/ فؤاد زكريا | مارس ١٩٧٨ |
| ٤ـ الولايات المتحدة والمشرق العربي | تأليف : / أحمد عبدالرحيم مصطفى | أبريل ١٩٧٨ |
| ٥ـ العلم ومشكلات الإنسان المعاصر | تأليف : د/ زهير الكرمي | مايو ١٩٧٨ |
| ٦ـ الشباب العربي والمشكلات التي يواجهها | تأليف : د/ عزت حجازي | يونيو ١٩٧٨ |
| ٧ـ الأحلاف والتكتلات في السياسة العالمية | تأليف : / محمد عزيز شكري | يوليو ١٩٧٨ |
| ٨ـ تراث الإسلام (الجزء الأول) | ترجمة : د/ زهير السمهوري<br>تحقيق وتعليق : د/ شاكر مصطفى<br>مراجعة : د/ فؤاد زكريا | أغسطس ١٩٧٨ |
| ٩ـ أضواء على الدراسات اللغوية المعاصرة | تأليف : د/ نايف خرما | سبتمبر ١٩٧٨ |
| ١٠ـ جحا العربي | تأليف : د/ محمد رجب النجار | أكتوبر ١٩٧٨ |
| ١١ـ تراث الإسلام (الجزء الثاني) | ترجمة : د/ حسين مؤنس، د/ إحسان العمد<br>مراجعة : د/ فؤاد زكريا | نوفمبر ١٩٧٨ |
| ١٢ـ تراث الإسلام (الجزء الثالث) | ترجمة : د. حسين مؤنس، د/ إحسان العمد<br>مراجعة : د/ فؤاد زكريا | ديسمبر ١٩٧٨ |
| ١٣ـ الملاحة وعلوم البحار عند العرب | تأليف : د/ أنور عبدالعليم | يناير ١٩٧٩ |
| ١٤ـ جمالية الفن العربي | تأليف : د/ عفيف بهنسي | فبراير ١٩٧٩ |
| ١٥ـ الإنسان الحائر بين العلم والخرافة | تأليف : د/ عبدالمحسن صالح | مارس ١٩٧٩ |
| ١٦ـ النفط والمشكلات المعاصرة للتنمية العربية | تأليف : د/ محمود عبدالفضيل | أبريل ١٩٧٩ |
| ١٧ـ الكون والثقوب السوداء | إعداد : رؤوف وصفي<br>مراجعة : زهير الكرمي | مايو ١٩٧٩ |
| ١٨ـ الكوميديا والتراجيديا | ترجمة : د/ علي أحمد محمود<br>مراجعة : د/ شوقي السكري، د/ علي الراعي | يونيو ١٩٧٩ |
| ١٩ـ المخرج في المسرح المعاصر | تأليف : / سعد أردش | يوليو ١٩٧٩ |

| العنوان | المؤلف / المترجم | التاريخ |
|---|---|---|
| ٢٠ـ التفكير المستقيم والتفكير الأعوج | ترجمة حسن سعيد الكرمي<br>مراجعة : صدقي حطاب | أغسطس ١٩٧٩ |
| ٢١ـ مشكلة إنتاج الغذاء في الوطن العربي | تأليف : د/ محمد علي الفرا | سبتمبر ١٩٧٩ |
| ٢٢ـ البيئة ومشكلاتها | تأليف : { رشيد الحمد<br>د/ محمد سعيد صباريني | أكتوبر ١٩٧٩ |
| ٢٣ـ الرق | تأليف : د/ عبدالسلام الترمانيني | نوفمبر ١٩٧٩ |
| ٢٤ـ الإبداع في الفن والعلم | تأليف : د/ حسن أحمد عيسى | ديسمبر ١٩٧٩ |
| ٢٥ـ المسرح في الوطن العربي | تأليف : د/ علي الراعي | يناير ١٩٨٠ |
| ٢٦ـ مصر وفلسطين | تأليف : د/ عواطف عبدالرحمن | فبراير ١٩٨٠ |
| ٢٧ـ العلاج النفسي الحديث | تأليف : د/ عبدالستار ابراهيم | مارس ١٩٨٠ |
| ٢٨ـ أفريقيا في عصر التحول الاجتماعي | ترجمة : شوقي جلال | أبريل ١٩٨٠ |
| ٢٩ـ العرب والتحدي | تأليف : د/ محمد عماره | مايو ١٩٨٠ |
| ٣٠ـ العدالة والحرية في فجر النهضة العربية الحديثة | تأليف : د/ عزت قرني | يونيو ١٩٨٠ |
| ٣١ـ الموشحات الأندلسية | تأليف : د/ محمد زكريا عناني | يوليو ١٩٨٠ |
| ٣٢ـ تكنولوجيا السلوك الإنساني | ترجمة : د/ عبدالقادر يوسف<br>مراجعة : د/ رجا الدريني | أغسطس ١٩٨٠ |
| ٣٣ـ الإنسان والثروات المعدنية | تأليف : د/ محمد فتحي عوض الله | سبتمبر ١٩٨٠ |
| ٣٤ـ قضايا أفريقية | تأليف : د/ محمد عبدالغني سعودي | أكتوبر ١٩٨٠ |
| ٣٥ـ تحولات الفكر والسياسة في الشرق العربي (١٩٣٠ـ ١٩٧٠) | تأليف : د/ محمد جابر الأنصاري | نوفمبر ١٩٨٠ |
| ٣٦ـ الحب في التراث العربي | تأليف : د/ محمد حسن عبدالله | ديسمبر ١٩٨٠ |
| ٣٧ـ المساجد | تأليف : د/ حسين مؤنس | يناير ١٩٨١ |
| ٣٨ـ تكنولوجيا الطاقة البديلة | تأليف : د/ سعود يوسف عياش | فبراير ١٩٨١ |
| ٣٩ـ ارتقاء الإنسان | ترجمة : د/ موفق شخاشيرو<br>مراجعة : زهير الكرمي | مارس ١٩٨١ |
| ٤٠ـ الرواية الروسية في القرن التاسع عشر | تأليف : د/ مكارم الغمري | أبريل ١٩٨١ |
| ٤١ـ الشعر في السودان | تأليف : د/ عبده بدوي | مايو ١٩٨١ |
| ٤٢ـ دور المشروعات العامة في التنمية الاقتصادية | تأليف : د/ علي خليفة الكواري | يونيو ١٩٨١ |
| ٤٣ـ الإسلام في الصين | تأليف : فهمي هويدي | يوليو ١٩٨١ |
| ٤٤ـ اتجاهات نظرية في علم الاجتماع | تأليف : د/ عبدالباسط عبدالمعطي | أغسطس ١٩٨١ |

| | | |
|---|---|---|
| ٤٥ـ حكايات الشطار والعيارين في التراث العربي | تأليف : د/ محمد رجب النجار | سبتمبر ١٩٨١ |
| ٤٦ـ دعوة إلى الموسيقا | تأليف : د/ يوسف السيسي | أكتوبر ١٩٨١ |
| ٤٧ـ فكرة القانون | ترجمة : سليم الصويص<br>مراجعة : سليم بسيسو | نوفمبر ١٩٨١ |
| ٤٨ـ التنبؤ العلمي ومستقبل الإنسان | تأليف : د/ عبدالمحسن صالح | ديسمبر ١٩٨١ |
| ٤٩ـ صراع القوى العظمى حول القرن الأفريقي | تأليف : صلاح الدين حافظ | يناير ١٩٨٢ |
| ٥٠ـ التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية | تأليف : د/ محمد عبدالسلام | فبراير ١٩٨٢ |
| ٥١ـ السينما في الوطن العربي | تأليف : جان ألكسان | مارس ١٩٨٢ |
| ٥٢ـ النفط والعلاقات الدولية | تأليف : د/ محمد الرميحي | أبريل ١٩٨٢ |
| ٥٣ـ البدائية | ترجمة : د/ محمد عصفور | مايو ١٩٨٢ |
| ٥٤ـ الحشرات الناقلة للأمراض | تأليف : د/ جليل أبو الحب | يونيو ١٩٨٢ |
| ٥٥ـ العالم بعد مائتي عام | ترجمة : شوقي جلال | يوليو ١٩٨٢ |
| ٥٦ـ الإدمان | تأليف : د/ عادل الدمرداش | أغسطس ١٩٨٢ |
| ٥٧ـ البيروقراطية النفطية ومعضلة التنمية | تأليف : د/ أسامة عبدالرحمن | سبتمبر ١٩٨٢ |
| ٥٨ـ الوجودية | ترجمة : د/ إمام عبدالفتاح | أكتوبر ١٩٨٢ |
| ٥٩ـ العرب أمام تحديات التكنولوجيا | تأليف : د/ انطونيوس كرم | نوفمبر ١٩٨٢ |
| ٦٠ـ الأيديولوجية الصهيونية (الجزء الأول) | تأليف : د/ عبدالوهاب المسيري | ديسمبر ١٩٨٢ |
| ٦١ـ الأيديولوجية الصهيونية (الجزء الثاني) | تأليف : د/ عبدالوهاب المسيري | يناير ١٩٨٣ |
| ٦٢ـ حكمة الغرب | ترجمة : د/ فؤاد زكريا | فبراير ١٩٨٣ |
| ٦٣ـ الإسلام والاقتصاد | تأليف : د/ عبدالهادي علي النجار | مارس ١٩٨٣ |
| ٦٤ـ صناعة الجوع (خرافة الندرة) | ترجمة : أحمد حسان عبدالواحد | إبريل ١٩٨٣ |
| ٦٥ـ مدخل إلى تاريخ الموسيقا المغربية | تأليف : عبدالعزيز بن عبد الجليل | مايو ١٩٨٣ |
| ٦٦ـ الإسلام والشعر | تأليف : د/ سامي مكي العاني | يونيو ١٩٨٣ |
| ٦٧ـ بنو الإنسان | ترجمة : زهير الكرمي | يوليو ١٩٨٣ |
| ٦٨ـ الثقافة الألبانية في الأبجدية العربية | تأليف : د/ محمد موفاكو | أغسطس ١٩٨٣ |
| ٦٩ـ ظاهرة العلم الحديث | تأليف : د/ عبدالله العمر | سبتمبر ١٩٨٣ |
| ٧٠ـ نظريات التعلم (دراسة مقارنة)<br>القسم الأول | ترجمة : د/ علي حسين حجاج<br>مراجعة : د/ عطيه محمود هنا | أكتوبر ١٩٨٣ |
| ٧١ـ الاستيطان الأجنبي في الوطن العربي | تأليف : د/ عبدالمالك خلف التميمي | نوفمبر ١٩٨٣ |
| ٧٢ـ حكمة الغرب (الجزء الثاني) | ترجمة : د/ فؤاد زكريا | ديسمبر ١٩٨٣ |

| | | |
|---|---|---|
| ٧٣ـ التخطيط للتقدم الاقتصادي والاجتماعي | تأليف : د/ مجيد مسعود | يناير ١٩٨٤ |
| ٧٤ـ مشاريع الاستيطان اليهودي | تأليف : أمين عبدالله محمود | فبراير ١٩٨٤ |
| ٧٥ـ التصوير والحياة | تأليف : د/ محمد نبهان سويلم | مارس ١٩٨٤ |
| ٧٦ـ الموت في الفكر الغربي | ترجمة : كامل يوسف حسين<br>مراجعة : د/ إمام عبدالفتاح | أبريل ١٩٨٤ |
| ٧٧ـ الشعر الإغريقي تراثا إنسانيا وعالميا | تأليف : د/ أحمد عتمان | مايو ١٩٨٤ |
| ٧٨ـ قضاياالتبعية الإعلامية والثقافية | تأليف : د/ عواطف عبدالرحمن | يونيو ١٩٨٤ |
| ٧٩ـ مفاهيم قرآنية | تأليف : د/ محمد أحمد خلف الله | يوليو ١٩٨٤ |
| ٨٠ـ الزواج عند العرب (في الجاهلية والإسلام ) | تأليف : د/ عبدالسلام الترمانيني | أغسطس ١٩٨٤ |
| ٨١ ـ الأدب اليوغسلافي المعاصر | تأليف : د/ جمال الدين سيد محمد | سبتمبر ١٩٨٤ |
| ٨٢ ـ تشكيل العقل الحديث | ترجمة : شوقي جلال<br>مراجعة : صدقي حطاب | أكتوبر ١٩٨٤ |
| ٨٣ ـ البيولوجيا ومصير الإنسان | تأليف : د/ سعيد الحفار | نوفمبر ١٩٨٤ |
| ٨٤ ـ المشكلة السكانية وخرافة المالتوسية | تأليف : د/ رمزي زكي | ديسمبر ١٩٨٤ |
| ٨٥ ـ دول مجلس التعاون الخليجي ومستويات العمل الدولية | تأليف : د/ بدرية العوضي | يناير ١٩٨٥ |
| ٨٦ ـ الإنسان وعلم النفس | تأليف : د/ عبدالستار إبراهيم | فبراير ١٩٨٥ |
| ٨٧ ـ في تراثنا العربي الإسلامي | تأليف : د/ توفيق الطويل | مارس ١٩٨٥ |
| ٨٨ ـ الميكروبات والإنسان | ترجمة : د/ عزت شعلان<br>مراجعة : د/ عبدالرزاق العدواني، د/ سمير رضوان | أبريل ١٩٨٥ |
| ٨٩ ـ الإسلام وحقوق الإنسان | تأليف : د/ محمد عماره | مايو ١٩٨٥ |
| ٩٠ ـ الغرب والعالم (القسم الأول) | تأليف : كافين رايلي<br>ترجمة : د/ عبدالوهاب المسيري، د/ هدى حجازي<br>مراجعة : د/ فؤاد زكريا | يونيو ١٩٨٥ |
| ٩١ ـ تربية اليسر وتخلف التنمية | تأليف : د/ عبدالعزيز الجلال | يوليو ١٩٨٥ |
| ٩٢ ـ عقول المستقبل | ترجمة : د/ لطفي فطيم | أغسطس ١٩٨٥ |
| ٩٣ ـ لغة الكيمياء عند الكائنات الحية | تأليف : د/ أحمد مدحت إسلام | سبتمبر ١٩٨٥ |
| ٩٤ ـ النظام الإعلامي الجديد | تأليف : د/ مصطفى المصمودي | أكتوبر ١٩٨٥ |

| العنوان | التأليف / الترجمة | التاريخ |
|---|---|---|
| ٩٥ ـ تغيّر العالم | تأليف : د/ أنور عبدالملك | نوفمبر ١٩٨٥ |
| ٩٦ ـ الصهيونية غير اليهودية | تأليف : ريجينا الشريف<br>ترجمة : أحمد عبدالله عبدالعزيز | ديسمبر ١٩٨٥ |
| ٩٧ ـ الغرب والعالم (القسم الثاني) | تأليف : كافين رايلي<br>ترجمة : { د/ عبدالوهاب المسيري<br>د/ هدى حجازي<br>مراجعة : د/ فؤاد زكريا | يناير ١٩٨٦ |
| ٩٨ ـ قصة الأنثروبولوجيا | تأليف : د/ حسين فهيم | فبراير ١٩٨٦ |
| ٩٩ ـ الأطفال مرآة المجتمع | تأليف : د/ محمد عماد الدين إسماعيل | مارس ١٩٨٦ |
| ١٠٠ ـ الوراثة والإنسان | تأليف : د/ محمد علي الربيعي | أبريل ١٩٨٦ |
| ١٠١ ـ الأدب في البرازيل | تأليف : د/ شاكر مصطفى | مايو ١٩٨٦ |
| ١٠٢ ـ الشخصية اليهودية الإسرائيلية والروح العدوانية | تأليف : د/ رشاد الشامي | يونيو ١٩٨٦ |
| ١٠٣ ـ التنمية في دول مجلس التعاون | تأليف د/ محمد توفيق صادق | يوليو ١٩٨٦ |
| ١٠٤ ـ العالم الثالث وتحديات البقاء | تأليف جاك لوب<br>ترجمة : أحمد فؤاد بلبع | أغسطس ١٩٨٦ |
| ١٠٥ ـ المسرح والتغير الاجتماعي في الخليج العربي | تأليف : د/ إبراهيم عبد الله غلوم | سبتمبر ١٩٨٦ |
| ١٠٦ ـ «المتلاعبون بالعقول» | تأليف : هربرت . أ . شيللر<br>ترجمة : عبدالسلام رضوان | أكتوبر ١٩٨٦ |
| ١٠٧ ـ الشركات عابرة القومية | تأليف : د/ محمد السيد سعيد | نوفمبر ١٩٨٦ |
| ١٠٨ ـ نظريات التعلم (دراسة مقارنة) (الجزء الثاني) | ترجمة : د/ علي حسين حجاج<br>مراجعة : د/ عطية محمود هنا | ديسمبر ١٩٨٦ |
| ١٠٩ ـ العملية الإبداعية في فن التصوير | تأليف : د/ شاكر عبدالحميد | يناير ١٩٨٧ |
| ١١٠ ـ مفاهيم نقدية | ترجمة : د/ محمد عصفور | فبراير ١٩٨٧ |
| ١١١ ـ قلق الموت | تأليف : د/ أحمد محمد عبدالخالق | مارس ١٩٨٧ |
| ١١٢ ـ العلم والمشتغلون بالبحث العلمي في المجتمع الحديث | تأليف : د/ جون . ب . ديكنسون<br>ترجمة : شعبة الترجمة باليونسكو | أبريل ١٩٨٧ |
| ١١٣ ـ الفكر التربوي العربي الحديث | تأليف : د/ سعيد إسماعيل علي | مايو ١٩٨٧ |
| ١١٤ ـ الرياضيات في حياتنا | ترجمة : د/ فاطمة عبدالقادر الما | يونيو ١٩٨٧ |

| العنوان | المؤلف | التاريخ |
| --- | --- | --- |
| ١١٥ ـ معالم على طريق تحديث الفكر العربي | تأليف : د/ معن زيادة | يوليو ١٩٨٧ |
| ١١٦ ـ أدب أميركا اللاتينية قضايا ومشكلات ( القسم الأول) | تنسيق وتقديم : سيزار فرناندث مورينو<br>ترجمة : أحمد حسان عبدالواحد<br>مراجعة : د/ شاكر مصطفى | أغسطس ١٩٨٧ |
| ١١٧ ـ الأحزاب السياسية في العالم الثالث | تأليف : د/ أسامة الغزالي حرب | سبتمبر ١٩٨٧ |
| ١١٨ ـ التاريخ النقدي للتخلف | تأليف : د/ رمزي زكي | أكتوبر ١٩٨٧ |
| ١١٩ ـ قصيدة وصورة | تأليف : د/ عبدالغفار مكاوي | نوفمبر ١٩٨٧ |
| ١٢٠ ـ سيكولوجية اللعب | تأليف : د/ سوزانا ميلر<br>ترجمة : د/ حسن عيسى<br>مراجعة : د/ محمد عماد الدين إسماعيل | ديسمبر ١٩٨٧ |
| ١٢١ ـ الدواء من فجر التاريخ إلى اليوم | تأليف : د/ رياض رمضان العلمي | يناير ١٩٨٨ |
| ١٢٢ ـ أدب أميركا اللاتينية (القسم الثاني) | تنسيق وتقديم : سيزار فرناندث مورينو<br>ترجمة : أحمد حسان عبدالواحد<br>مراجعة : د/ شاكر مصطفى | فبراير ١٩٨٨ |
| ١٢٣ ـ ثقافة الأطفال | تأليف : د/ هادي نعمان الهيتي | مارس ١٩٨٨ |
| ١٢٤ ـ مرض القلق | تأليف : د/ دافيد . ف . شيهان<br>ترجمة : د/ عزت شعلان<br>مراجعة : د/ أحمد عبدالعزيز سلامة | أبريل ١٩٨٨ |
| ١٢٥ ـ طبيعة الحياة | تأليف : فرانسيس كريك<br>ترجمة : د/ أحمد مستجير<br>مراجعة : د/ عبد الحافظ حلمي | مايو ١٩٨٨ |
| ١٢٦ ـ اللغات الأجنبية (تعليمها وتعلمها) | تأليف : { د/ نايف خرما<br>د/ علي حجاج | يونيو ١٩٨٨ |
| ١٢٧ ـ اقتصاديات الإسكان | تأليف: د/ إسماعيل إبراهيم درة | يوليو ١٩٨٨ |
| ١٢٨ ـ المدينة الإسلامية | تأليف : د/ محمد عبدالستار عثمان | أغسطس ١٩٨٨ |
| ١٢٩ ـ الموسيقا الأندلسية المغربية | تأليف: عبدالعزيز بن عبدالجليل | سبتمبر ١٩٨٨ |
| ١٣٠ ـ التنبؤ الوراثي | تأليف : { د/ زولت هارسيناي<br>ريتشارد هتون<br>ترجمة : د/ مصطفى إبراهيم فهمي<br>مراجعة : د/ مختار الظواهري | أكتوبر ١٩٨٨ |

| | | |
|---|---|---|
| ١٣١ ـ مقدمة لتاريخ الفكر العلمي في الاسلام | تأليف : د/ أحمد سليم سعيدان | نوفمبر ١٩٨٨ |
| ١٣٢ ـ أوروبا والتخلف في أفريقيا | تأليف : د/ والتر رودني<br>ترجمة : د/ أحمد القصير<br>مراجعة : د/ إبراهيم عثمان | ديسمبر ١٩٨٨ |
| ١٣٣ ـ العالم المعاصر والصراعات الدولية | تأليف : د/ عبدالخالق عبدالله | يناير ١٩٨٩ |
| ١٣٤ ـ العلم في منظوره الجديد | تأليف : روبرت م . اغروس ، جورج ن . ستانسيو<br>ترجمة : د/ كمال خلايلي | فبراير ١٩٨٩ |
| ١٣٥ ـ العرب واليونسكو | تأليف : د/ حسن نافعة | مارس ١٩٨٩ |
| ١٣٦ ـ اليابانيون | تأليف : إدوين رايشاور<br>ترجمة : ليلى الجبالي<br>مراجعة : شوقي جلال | أبريل ١٩٨٩ |
| ١٣٧ ـ الاتجاهات التعصبية | تأليف : د/ معتز سيد عبدالله | مايو ١٩٨٩ |
| ١٣٨ ـ أدب الرحلات | تأليف : د/ حسين فهيم | يونيو ١٩٨٩ |
| ١٣٩ ـ المسلمون والاستعمار الاوروبي لأفريقيا | تأليف : عبدالله عبدالرزاق ابراهيم | يوليو ١٩٨٩ |
| ١٤٠ ـ الانسان بين الجوهر والمظهر (نتملك أو نكون) | تأليف : إريك فروم<br>ترجمة : سعد زهران<br>مراجعة : د/ لطفي فطيم | أغسطس ١٩٨٩ |
| ١٤١ ـ الأدب اللاتيني (ودوره الحضاري) | تأليف : د/ أحمد عتمان | سبتمبر ١٩٨٩ |
| ١٤٢ ـ مستقبلنا المشترك | إعداد : اللجنة العالمية للبيئة والتنمية<br>ترجمة : محمد كامل عارف<br>مراجعة : علي حسين حجاج | أكتوبر ١٩٨٩ |
| ١٤٣ ـ الريف في الرواية العربية | تأليف : د/ محمد حسن عبدالله | نوفمبر ١٩٨٩ |
| ١٤٤ ـ الإبداع العام والخاص | تأليف : الكسندرو روشكا<br>ترجمة : د/ غسان عبدالحي أبو فخر | ديسمبر ١٩٨٩ |
| ١٤٥ ـ سيكولوجية اللغة والمرض العقلي | تأليف : د/ جمعة سيد يوسف | يناير ١٩٩٠ |
| ١٤٦ ـ حياة الوعي الفني (دراسات في تاريخ الصورة الفنية) | تأليف : غيورغي غانشف<br>ترجمة : د/ نوفل نيوف<br>مراجعة : د/ سعد مصلوح | فبراير ١٩٩٠ |
| ١٤٧ ـ الرأسمالية تجدد نفسها | تأليف : د/ فؤاد مُرسي | مارس ١٩٩٠ |

| | | |
|---|---|---|
| ١٤٨ ـ علم الأحياء والأيديولوجيا والطبيعة البشرية | تأليف : ستيفن روز وآخرين | أبريل ١٩٩٠ |
| | ترجمة : د/ مصطفى إبراهيم فهمي | |
| | مراجعة : د/ محمد عصفور | |
| ١٤٩ ـ ماهية الحروب الصليبية | تأليف : د/ قاسم عبده قاسم | مايو ١٩٩٠ |
| ١٥٠ ـ حاجات الإنسان الأساسية في الوطن العربي «الجوانب البيئية والتكنولوجية والسياسية» | (برنامج الأمم المتحدة للبيئة) | يونيو ١٩٩٠ |
| | ترجمة : عبد السلام رضوان | |
| ١٥١ ـ تجارة المحيط الهندي في عصر السيادة الإسلامية | تأليف : د/ شوقي عبد القوي عثمان | يوليو ١٩٨٩ |
| ١٥٢ ـ التلوث مشكلة العصر | تأليف : د/ أحمد مدحت إسلام | أغسطس ١٩٩٠ |

(ظهر هذا العدد في أغسطس ١٩٩٠، وانقطعت السلسلة بسبب العدوان العراقي الغاشم على دولة الكويت، ثم استؤنفت في شهر سبتمبر ١٩٩١ بالعدد ١٥٣)

| | | |
|---|---|---|
| ١٥٣ ـ الكويت والتنمية الثقافية العربية | تأليف : د/ محمد حسن عبدالله | سبتمبر ١٩٩١ |
| ١٥٤ ـ النقطة المتحولة : أربعون عاما في استكشاف المسرح | تأليف : بيتر بروك | أكتوبر ١٩٩١ |
| | ترجمة : فاروق عبدالقادر | |
| ١٥٥ ـ مؤثرات عربية وإسلامية في الادب الروسي | تأليف : د/ مكارم الغمري | نوفمبر ١٩٩١ |
| ١٥٦ ـ الفصامي : كيف نفهمه ونساعده، دليل للأسرة والأصدقاء | تأليف : سيلفانو آرتي | ديسمبر ١٩٩١ |
| | ترجمة : د/ عاطف أحمد | |
| ١٥٧ ـ الاستشراق في الفن الرومانسي الفرنسي | تأليف : د/ زينات البيطار | يناير ١٩٩٢ |
| ١٥٨ ـ مستقبل النظام العربي بعد ازمة الخليج | تأليف : د/ محمد السيد سعيد | فبراير ١٩٩٢ |
| ١٥٩ ـ فكرة الزمان عبر التاريخ | ترجمة : فؤاد كامل عبدالعزيز | مارس ١٩٩٢ |
| | مراجعة : شوقي جلال | |
| ١٦٠ ـ ارتقاء القيم (دراسة نفسية) | تأليف : د/ عبداللطيف محمد خليفة | أبريل ١٩٩٢ |
| ١٦١ ـ أمراض الفقر (المشكلات الصحية في العالم الثالث) | تأليف : د/ فيليب عطية | مايو ١٩٩٢ |
| ١٦٢ ـ القومية في موسيقا القرن العشرين | تأليف : د/ سمحة الخولي | يونيو ١٩٩٢ |
| ١٦٣ ـ أسرار النوم | تأليف : الكسندر بوربلي | يوليو ١٩٩٢ |
| | ترجمة : د/ أحمد عبدالعزيز سلامة | |
| ١٦٤ ـ بلاغة الخطاب وعلم النص | تأليف : د/ صلاح فضل | أغسطس ١٩٩٢ |
| ١٦٥ ـ الفلسفة المعاصرة في أوربا | تأليف : إ.م. بوشنسكي | سبتمبر ١٩٩٢ |
| | ترجمة : د/ عزت قرني | |

| العنوان | المؤلف / المترجم | التاريخ |
|---|---|---|
| ١٦٦ـ الأمومة : نمو العلاقة بين الطفل والأم | تأليف : د/ فايز قنطار | أكتوبر ١٩٩٢ |
| ١٦٧ـ تاريخ الدراسات العربية في فرنسا | تأليف د/ محمود المقداد | نوفمبر ١٩٩٢ |
| ١٦٨ ـ بنية الثورات العلمية | تأليف : توماس كون<br>ترجمة : شوقي جلال | ديسمبر ١٩٩٢ |
| ١٦٩ ـ تاريخ الكتاب (القسم الاول) | تأليف : د/ الكسندر ستيبشفيتش<br>ترجمة : د/ محمد م. الأرناؤوط | يناير ١٩٩٣ |
| ١٧٠ ـ تاريخ الكتاب (القسم الثاني) | تأليف : د/ الكسندر ستيبشفيتش<br>ترجمة : د/ محمد م. الأرناؤوط | فبراير ١٩٩٣ |
| ١٧١ ـ الأدب الأفريقي | تأليف : د/ علي شلش | مارس ١٩٩٣ |
| ١٧٢ ـ الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله | تأليف : آلان بونيه<br>ترجمة : د/ علي صبري فرغلي | أبريل ١٩٩٣ |
| ١٧٣ ـ المعتقدات الدينية لدى الشعوب | أشرف على التحرير جفري بارندر<br>ترجمة : د/ إمام عبدالفتاح إمام<br>مراجعة : د/ عبدالغفار مكاوي | مايو ١٩٩٣ |
| ١٧٤ ـ الهندسة الوراثية والأخلاق | تأليف : ناهدة البقصمي | يونيو ١٩٩٣ |
| ١٧٥ ـ سيكولوجية السعادة | تأليف : مايكل أرجايل<br>ترجمة : د/ فيصل عبدالقادر يونس<br>مراجعة : شوقي جلال | يوليو ١٩٩٣ |
| ١٧٦ ـ العبقرية والإبداع والقيادة | تأليف : دين كيث سايمنتن<br>ترجمة : د/ شاكر عبدالحميد<br>مراجعة : د/ محمد عصفور | أغسطس ١٩٩٣ |
| ١٧٧ ـ المذاهب الأدبية والنقدية عند العرب والغربيين | تأليف : د/ شكري محمد عياد | سبتمبر ١٩٩٣ |
| ١٧٨ ـ الكون | تأليف : د/ كارل ساغان<br>ترجمة : نافع أيوب لبّس<br>مراجعة : محمد كامل عارف | أكتوبر ١٩٩٣ |
| ١٧٩ ـ الصداقة ( من منظور علم النفس ) | تأليف : د/ أسامة سعد أبو سريع | نوفمبر ١٩٩٣ |
| ١٨٠ ـ العلاج السلوكي للطفل أساليبه ونماذج من حالاته | تأليف : د/ عبد الستار إبراهيم<br>د/ عبدالعزيز الدخيل<br>د/ رضوى إبراهيم | ديسمبر ١٩٩٣ |

| العنوان | المؤلف | التاريخ |
| --- | --- | --- |
| ١٨١ـ الأدب الألماني في نصف قرن | تأليف : د/ عبدالرحمن بدوي | يناير ١٩٩٤ |
| ١٨٢ـ الشفاهية والكتابية | تأليف: والتر ج. أونج | فبراير ١٩٩٤ |
| | ترجمة : د. حسن البنا عزالدين | |
| | مراجعة : د. محمد عصفور | |
| ١٨٣ ـ الطاغية | تأليف : د. إمام عبدالفتاح إمام | مارس ١٩٩٤ |
| ١٨٤ ـ العرب وعصر المعلومات | تأليف : د. نبيل علي | أبريل ١٩٩٤ |
| ١٨٥ ـ عندما تغير العالم | تأليف: جيمس بيرك | مايو ١٩٩٤ |
| | ترجمة :ليلى الجبالي | |
| | مراجعة : شوقي جلال | |
| ١٨٦ ـ القوى الدينية في إسرائيل | تأليف : د. رشاد عبدالله الشامي | يونيو ١٩٩٤ |
| ١٨٧ ـ آلاف السنين من الطاقة | تأليف : فلاديمير كارتسيف | يوليو ١٩٩٤ |
| | بيوتر كازانوفسكي | |
| | ترجمة : محمد غياث الزيات | |
| ١٨٨ ـ الاتجاه القومي في الرواية | تأليف : د. مصطفى عبد الغني | أغسطس ١٩٩٤ |
| ١٨٩ ـ عودة الوفاق بين الإنسان والطبيعة | تأليف : جان ـ ماري بيلت | سبتمبر ١٩٩٤ |
| | ترجمة : السيد محمد عثمان | |
| ١٩٠ ـ مقدمة في علم التفاوض السياسي والاجتماعي | تأليف : د. حسن محمد وجيه | أكتوبر ١٩٩٤ |
| ١٩١ ـ النهاية | تأليف : فرانك كلوز | نوفمبر ١٩٩٤ |
| الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون | ترجمة : د. مصطفى إبراهيم فهمي | |
| | مراجعة : عبدالسلام رضوان | |
| ١٩٢ ـ جذور الاستبداد (قراءة في أدب قديم) | تأليف : د . عبدالغفار مكاوي | ديسمبر ١٩٩٤ |
| ١٩٣ ـ اللغة والتفسير والتواصل | تأليف : د. مصطفى ناصف | يناير ١٩٩٥ |
| ١٩٤ ـ جوته والعالم العربي | تأليف : كاتارينا مومزن | فبراير ١٩٩٥ |
| | ترجمة :د. عدنان عباس علي | |
| | مراجعة : د. عبدالغفار مكاوي | |
| ١٩٥ ـ الغزو العراقي للكويت | ندوة بحثية | مارس ١٩٩٥ |
| ١٩٦ـ المدينة في الشعر العربي المعاصر | تأليف: د. مختار أبوغالي | أبريل ١٩٩٥ |
| ١٩٧ـ اليهود في البلدان الإسلامية | تحرير : صموئيل أتينجر | مايو ١٩٩٥ |
| | ترجمة :د. جمال الرفاعي | |
| | مراجعة : د. رشاد الشامي | |

| | | |
|---|---|---|
| ١٩٨ـ فلسفات تربوية معاصرة | تأليف : د. سعيد إسماعيل علي | يونيو ١٩٩٥ |
| ١٩٩ ـ الفكر الشرقي القديم | تأليف : جون كولر<br>ترجمة : كامل يوسف حسين<br>مراجعة : د. إمام عبدالفتاح إمام | يوليو ١٩٩٥ |
| ٢٠٠ ـ الزلازل : حقيقتها وآثارها | تأليف : د. شاهر جمال أغا | أغسطس ١٩٩٥ |
| ٢٠١ـ جيران في عالم واحد | مراجعة : عبدالسلام رضوان | سبتمبر ١٩٩٥ |
| ٢٠٢ ـ الأمم المتحدة في نصف قرن | تأليف : د. حسن نافعة | أكتوبر ١٩٩٥ |
| ٢٠٣ ـ التصوير الشعبي العربي | تأليف : د. أكرم قانصو | نوفمبر ١٩٩٥ |
| ٢٠٤ ـ الصراع على القمة | تأليف : لستر ثارو<br>ترجمة : أحمد فؤاد بلبع | ديسمبر ١٩٩٥ |
| ٢٠٥ ـ المخدرات والمجتمع | تأليف : د. مصطفى سويف | يناير ١٩٩٦ |
| ٢٠٦ ـ البنيوية وما بعدها | تأليف : جون ستروك<br>ترجمة : د. محمد حسن عصفور | فبراير ١٩٩٦ |
| ٢٠٧ ـ شعرنا القديم والنقد الجديد | تأليف : د. وهب أحمد روميه | مارس ١٩٩٦ |
| ٢٠٨ ـ العبقرية (تاريخ الفكرة) | تحرير : بنيلوبي مري<br>ترجمة : محمد عبدالواحد محمد<br>مراجعة : د. عبدالغفار مكاوي | أبريل ١٩٩٦ |
| ٢٠٩ ـ أزمة المياه في المنطقة العربية | تأليف : د. سامر صلاح الدين مخيمر<br>خالد جمال الدين حجازي | مايو ١٩٩٦ |
| ٢١٠ ـ الصينيون المعاصرون(ج١) | تأليف : وو بن<br>ترجمة : د. عبدالعزيز حمدي<br>مراجعة : لي تشين تشونغ | يونيو ١٩٩٦ |
| ٢١١ ـ الصينيون المعاصرون(ج٢) | تأليف : وو بن<br>ترجمة : د. عبدالعزيز حمدي<br>مراجعة : لي تشين تشونغ | يوليو ١٩٩٦ |
| ٢١٢ـ الحصيلة اللغوية | تأليف : د. أحمد محمد المعتوق | أغسطس ١٩٩٦ |
| ٢١٣ـ عالم يفيض بسكانه | تأليف : سير روي كالن<br>ترجمة : ليلى الجبالي | سبتمبر ١٩٩٦ |

# سلسلة عالم المعرفة

«عالم المعرفة» سلسلة كتب ثقافية تصدر في مطلع كل شهر ميلادي عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ دولة الكويت ـ وقد صدر العدد الأول منها في شهر يناير عام ١٩٧٨ .

تهدف هذه السلسلة إلى تزويد القارئ بمادة جيدة من الثقافة تغطي جميع فروع المعرفة، وكذلك ربطه بأحدث التيارات الفكرية والثقافية المعاصرة. ومن الموضوعات التي تعالجها تأليفاً وترجمة :

١ ـ الدراسات الإنسانية : تاريخ ـ فلسفة ـ أدب الرحلات ـ الدراسات الحضارية ـ تاريخ الأفكار.

٢ ـ العلوم الاجتماعية : اجتماع ـ اقتصاد ـ سياسة ـ علم نفس ـ جغرافيا ـ تخطيط ـ دراسات استراتيجية ـ مستقبليات .

٣ ـ الدراسات الأدبية واللغوية : الأدب العربي ـ الآداب العالمية ـ علم اللغة .

٤ ـ الدراسات الفنية : علم الجمال وفلسفة الفن ـ المسرح ـ الموسيقا ـ الفنون التشكيلية والفنون الشعبية .

٥ ـ الدراسات العلمية : تاريخ العلم وفلسفته ، تبسيط العلوم الطبيعية (فيزياء، كيمياء، علم الحياة، فلك) ـ الرياضيات التطبيقية (مع الاهتمام بالجوانب الإنسانية لهذه العلوم)، والدراسات التكنولوجية .

أما بالنسبة لنشر الأعمال الإبداعية ـ المترجمة أو المؤلفة ـ من شعر وقصة ومسرحية، وكذلك الأعمال المتعلقة بشخصية واحدة بعينها فهذا أمر غير وارد في الوقت الحالي .

وتحرص سلسلة «عالم المعرفة» على ان تكون الأعمال المترجمة حديثة النشر.

وترحب السلسلة باقتراحات التأليف والترجمة المقدمة من المتخصصين، على ألا يزيد حجمها على ٣٥٠ صفحة من القطع المتوسط، و أن تكون مصحوبة بنبذة وافية عن الكتاب وموضوعاته وأهميته ومدى جدته. وفي حالة الترجمة ترسل نسخة مصورة من الكتاب بلغته الأصلية، كما ترفق مذكرة بالفكرة العامة للكتاب، **والمجلس غير ملزم بإعادة المخطوطات والكتب الأجنبية في حالة الاعتذار عن عدم نشرها**. وفي جميع الحالات ينبغي إرفاق سيرة ذاتية لمقترح الكتاب تتضمن البيانات الرئيسية عن نشاطه العلمي السابق.

وفي حال الموافقة والتعاقد على الموضوع ـ المؤلف أو المترجم ـ تصرف مكافأة للمؤلف مقدارها ألف دينار كويتي، وللمترجم مكافأة بمعدل خمسة عشر فلسا عن الكلمة الواحدة في النص الأجنبي أو تسعمائة دينار أيهما أكثر ( وبحد أقصى مقداره ألف ومائتا دينار كويتي )، بالإضافة إلى مائة وخمسين دينارا كويتياً مقابل تقديم المخطوطة ـ المؤلفة و المترجمة ـ من نسختين مطبوعتين على الآلة الكاتبة.



## سعر النسخة

| | | | الاشتراكات : | أفراد | مؤسسات |
|---|---|---|---|---|---|
| الكويت ودول الخليج | دينار كويتي | | دولة الكويت | ١٥د.ك | ٢٥د.ك |
| الدول العربية الأخرى | ما يعادل دولاراً أمريكياً | | دول الخليج | ١٧د.ك | ٣٠د.ك |
| خارج الوطن العربي | أربعة دولارات أمريكية | | الدول العربية الأخرى | ٢٥دولاراً أمريكياً | ٥٠دولاراً أمريكياً |
| | | | خارج الوطن العربي | ٥٠دولاراً أمريكياً | ١٠٠دولار أمريكي |

**الاشتراكات / ترسل باسم :**


الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

ص . ب : ٢٣٩٩٦ الصفاة/ الكويت ـ 13100

برقيا : ثقف ــ فاكسميلي : ٢٤٣١٢٢٩

طبع من هذا الكتاب أربعون ألف نسخة

مطابع السياسة - الكويت

# قسيمة اشتراك

| البيان | سلسلة عالم المعرفة | | مجلة الثقافة العالمية | | مجلة عالم الفكر | | سلسلة المسرح العالمي | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | د.ك | دولار | د.ك | دولار | د.ك | دولار | دك | دولار |
| المؤسسات داخل الكويت | ٢٥ | – | ١٢ | – | ١٢ | – | ٢٠ | – |
| الأفراد داخل الكويت | ١٥ | – | ٦ | – | ٦ | – | ١٠ | – |
| المؤسسات في دول الخليج العربي | ٣٠ | – | ١٦ | – | ١٦ | – | ٢٤ | – |
| الأفراد في دول الخليج العربي | ١٧ | – | ٨ | – | ٨ | – | ١٢ | – |
| المؤسسات في الدول العربية الأخرى | – | ٥٠ | – | ٣٠ | – | ٢٠ | – | ٥٠ |
| الأفراد في الدول العربية الأخرى | – | ٢٥ | – | ١٥ | – | ١٠ | – | ٢٥ |
| المؤسسات خارج الوطن العربي | – | ١٠٠ | – | ٥٠ | – | ٤٠ | – | ١٠٠ |
| الأفراد خارج الوطن العربي | – | ٥٠ | – | ٢٥ | – | ٢٠ | – | ٥٠ |

الرجاء ملء البيانات في حالة رغبتكم في : تسجيل اشتراك ☐ تجديد اشتراك ☐

| |
|---|
| الاسم : |
| العنوان : |
| اسم المطبوعة : مدة الاشتراك : |
| المبلغ المرسل : نقداً / شيك رقم : |
| التوقيع : التاريخ : / / ١٩م |

تسدد الاشتراكات مقدما بحوالة مصرفية باسم المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب مع مراعاة سداد عمولة البنك المحول عليه المبلغ في الكويت .

وترسل على العنوان التالي :

السيد الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

ص . ب : ٢٣٩٩٦ ـ الصفاة ـ الرمز البريدي 13100

دولة الكويت

# هـذا الكتاب

ينطبق وصف «عصر الفضاء» على عصرنا أكثر مما ينطبق عليه أي وصف آخر. وفي عام ١٩٩٧ تكون أربعون سنة قد انقضت على بدء انطلاقة الإنسان في الفضاء، وخلال هذه الفترة انتقل حلم الإنسان بالخروج إلى الفضاء من عالم الخيال إلى واقع علمي وتطبيقي وتجاري معيش، وانتقل سباق الفضاء ذاته من ذروة صراعات الحرب الباردة إلى ميدان التنافس التجاري في بيع الأقمار الصناعية وخدمات الإطلاق.

ولا شك في أنه من حق إنسان أواخر القرن العشرين الذي عاصر هذه المغامرة العلمية، وتحمل تكلفتها بشكل أو بآخر، أن يحكم عليها الآن ويعرف ما الذي قدمه له العلم والعلماء في هذا المجال، ومن ناحية أخرى فإن من حق الإنسان العربي الذي عاصر هذه التجربة أيضا أن يسأل: أين مكاننا نحن العرب في عصر الفضاء، وهل سنرى يوما قريبا يكون لنا فيه دور في هذا المجال مع دول العالم المتقدم، أو سنمضي خلال القرن الحادي والعشرين ونحن نستهلك تقنيات الآخرين ولا نشارك فيها بأقل نصيب؟

يحاول هذا الكتاب أن يقدم صورة علمية وافية ودقيقة عن منجزات عصر الفضاء وتطبيقات الأقمار الصناعية للقارىء العربي يستطيع من خلالها أن يتابع النشاط الفضائي العالمي بقدر أكبر من الفهم والمعرفة، ويستطيع بذلك في النهاية أن يشارك من خلال تلك المعرفة في صياغة رؤية العرب لدورهم وموضعهم في عصر التقنيات الفائقة.


**سعر النسخة**

| | |
|---|---|
| الكويت ودول الخليج | دينار كويتي |
| الدول العربية الأخرى | ما يعادل دولاراً أمريكياً |
| خارج الوطن العربي | أربعة دولارات أمريكية |

| الاشتراكات | أفراد | مؤسسات |
|---|---|---|
| دولة الكويت | ١٥د.ك | ٢٥د.ك |
| دول الخليج | ١٧د.ك | ٣٠د.ك |
| الدول العربية الأخرى | ٢٥دولاراً أمريكياً | ٥٠دولاراً أمريكياً |
| خارج الوطن العربي | ٥٠دولاراً أمريكياً | ١٠٠دولار أمريكي |